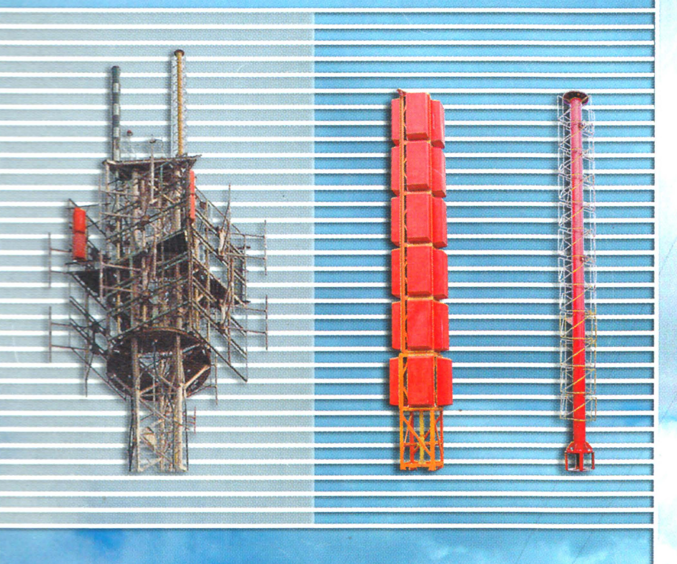
12•2004





АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

80 лет регулярному радиовещанию



- Минимизация шумов предварительных усилителей
- Генератор диапазонов ОВЧ-СВЧ
- Интеллектуальное зарядное устройство
- Рисует... лазерная указка
- Синтезатор для трансивера

...и еще 30 конструкций

12
2004

ISSN 0033-765X

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. К 80-летию регулярного радиовещания в стране (см. статью на с. 4). **На фото**: 150-метровая мачта, на вершине которой размещены несколько радиовещательных (УКВ ЧМ) и телевизионных антенн.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ПОСТРОЕНИЕ КАНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВИДЕОМАГНИТОФОНОВ
МВ и ДМВ АНТЕННА
ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ
СОЕДИНЕНИЕ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА С КОМПЬЮТЕРОМ
ТЕЛЕФОННЫЙ ОХРАННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР
АВТОНОМНЫЙ КСВ-МЕТР

Тираж журнала «Радио» № 11 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 02.11.2004 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.11.2004 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 43162.

ОТЕЧЕСТВЕННОМУ

В. МАКОВЕЕВ, заслуженный работник связи Российской Федерации

"Радио скует непрерывные звенья мировой души
И сольет человечество... Малейшая остановка
В работе Радио вызвала бы духовный обморок
Всей страны".

Велимир Хлебников. Радио будущего. 1921 год

Из всех известных мне прогнозов развития радиовещания самый смелый, точный и емкий прогноз принадлежит этому удивительному русскому поэту. Выдающиеся специалисты того времени в своих прогнозах не уходили дальше простых и скучных экстраполяций.

Хочу напомнить, что еще 150 лет назад человечество ничего не знало об электромагнитном излучении (радиоволнах), только 100 лет назад начато было их робкое применение для целей радиосвязи, 80 лет назад началось радиовещание, 65 лет назад родились телевидение и радиолокация, 55 лет назад появились компьютеры и кибернетические системы.

Для нынешнего поколения людей все это уже перестало быть чудом, но у наших отцов и дедов радиовещание вызывало необыкновенный энтузиазм.

Технические предпосылки для развития радиотелефонной связи и радиовещания мировая наука создала только в 1916 г. К этому времени были разработаны кристаллический детектор, трехэлектродная вакуумная лампа, регенеративный ламповый приемник, ламповый автогенератор и анодная схема амплитудной модуляции.

Зародилось радиовещание в США, и первая радиопередача для широкой аудитории состоялась уже в ноябре 1916 г. с информацией о ходе подсчета голосов на президентских выборах. Важными этапами в становлении американского и мирового радиовещания стали президентские выборы 1920 г. (начала регулярную работу первая в мире радиовещательная станция в Питтсбурге, оборудованная фирмой "Вестингауз") и 1924 г., когда для трансляции предвыборных передач Американской радиокорпорацией (RCA) была создана первая в мире радиовещательная сеть из 20 станций, соединенных по телефонным линиям. К 1926 г. эта сеть оформилась в первую в мире радиовещательную систему NBC, существующую и по сей день.

Однако первой радиопередачей, привлекшей внимание миллионов людей как в Америке, так и в Европе, была трансляция с чемпионата мира по боксу в Нью-Йорке в июле 1921 г., организованная на оба континента корпорацией RCA. Она наглядно показала уникальную возможность радиовещания привлечь к одному событию интерес миллионов слушателей в разных странах. Власти ощутили огромную силу нового политического инструмента, а деловые круги почуяли необъятные коммерческие возможности нового вида массовых товаров и услуг, нужных каждой семье. В итоге в США началось взрывоподобное развитие радиовещания — к осени 1924 г. в стране уже работало около 600 радиостанций (в Нью-Йорке-21 и Чикаго-17), а у населения имелось более 3,5 млн приемников. Денежные обороты в этой сфере превысили 500 млн долларов.

В разоренной мировой войной Европе начало регулярного радиовещания сдвинулось более чем на год и темпы были много скромнее — в Германии в 1924 г. работали только три станции, а во Франции и Англии — по пять радиовещательных станций. Если в США основной парк приемников составляли ламповые аппараты, то в Европе преобладали дешевые детекторные. Тем не менее начало вещания в Европе, несомненно, подтолкнуло соответствующие процессы в нашей стране — люди стали разны-

РЕГУЛЯРНОМУ РАДИОВЕЩАНИЮ — 80 ЛЕТ...



В Москве начато строительство новой мачты высотой 250 метров для передачи телевизионных программ и для радиовещания.

ми путями обзаводиться приемной радиоаппаратурой в основном для того, чтобы слушать радиоконцерты из-за границы. Предполагается, что к лету 1924 г. у населения имелось около 20 тыс. радиоприемников, причем половина — у жителей Москвы. Из этого парка только 5 % приемников были ламповыми.

Начало радиовещания в России связано с выходом 28 июля 1924 г. постановления Совнаркома "О частных приемных радиостанциях", которое открыло дорогу многим инициативам, а главное — легализовало производство бытовой радиоаппаратуры и владение радиоприемниками. Вводилась абонентная плата и обязательная регистрация приемников в местных органах Наркомпочтеля.

Первая регулярная радиопередача в России была музыкальной и состоялась 8 сентября 1924 г. по инициативе общественной организации "Радиомузыка". Назывались такие передачи "Радиопонедельниками" и транслировались Радиотелефонной станцией им. Коминтерна и Сокольнической военной радиостанцией, которые были оснащены ламповыми передатчиками. Другие московские станции — Ходынская и Шуховская — имели в то время только дуговые и электромашинные телеграфные передатчики.

Финансовую сторону вещания на первых порах взяли на себя профсоюзы, но с октября 1924 г. стало формироваться государственное акционерное общество "Радио для всех", переименованное затем в АО "Радиопередача".

Первая регулярная информационная радиопередача состоялась 23 ноября 1924 г.: "Радиогазету Роста" транслировала радиостанция им. Коминтерна вначале четыре раза в неделю, затем — ежедневно, а к концу года — дважды в день. С середины декабря в газетах "Известия" и "Правда" стали печатать недельное расписание программ центрального радиовещания. Передачи радиостанции им. Коминтерна в то время можно было принимать по всей территории европейской части СССР и в Западной Европе.

Начальный период развития радиовещания в стране завершился созданием специальной организации для управления "широковещанием по радио" — акционерного общества "Радиопередача", устав которого был утвержден 1 декабря 1924 г. Советом труда и обороны СССР. В это общество вошли Наркомпочтель, Роста и Трест заводов слабых токов.

Возможности радиоагитации быстро оценили власти в лице ЦК РКП(б), по инициативе которого в начале 1925 г. была создана "Радиокомиссия" для руководства политическим вещанием.

По всей видимости, переходный период от энтузиазма и временных схем до создания минимальной технической и программно-творческой базы продлился до весны 1925 г. Это подтверждается специальным приветствием ЦК ВКП(б) и Совнаркома работникам радиовещания в связи с 15-летием "широкого вещания в СССР", датированным 24 марта 1940 г.

Разработанный в те времена план радиофикации страны обеспечил строительство к 1940 г. 90 радиовещательных станций, а также создание приемной сети из 1,1 млн радиоприемников и 5,5 млн радиоточек проводного радио. Еще через 50 лет число передатчиков возросло до 2200, а у населения имелось 85 млн приемников и 120 млн радиоточек.

*Редакция благодарит **ООО "Октод"** за предоставленные фотографии (1-я с. обложки и с. 5).*

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Редакция журнала завершила программу публикаций статей 2004 г. Что-то нам удалось, что-то оставляет желать лучшего — судить самим читателям и радиолюбителям, для которых мы выпускаем журнал.

Свое мнение Вы можете высказать, написав нам письмо — обычное или электронное (<**ref@radio.ru**> тема: konkurs). Напоминаем, что редакция ежегодно проводит конкурс "Лучшая публикация года", который как раз и базируется на отзывах радиолюбителей. Ваши письма станут для нас направляющей подсказкой, а авторам статей — зачетным баллом.

Редакция подводит итоги конкурса к нашему общему празднику — "Дню Радио" и ежегодно эти итоги доводит до сведения всех радиолюбителей. Чтобы и ваше мнение было учтено при оценке работ авторов, просим, чтобы письма с вашими отзывами пришли в редакцию не позднее 15 апреля 2005 г. Как и прежде, просим указывать фамилию автора, полное название статьи (обязательно!), номер журнала, в котором она была опубликована и какое, по вашему мнению, место она заслуживает — первое, второе или третье. Публикации, набравшие наибольшее число голосов, но не попавшие в число призеров, будут отмечены поощрительными премиями.

Читатели, чье мнение о публикациях года совпадет с мнением большинства участников конкурса, будут награждены подпиской на второе полугодие 2005 г.

Желаем всем успехов!



ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ АВТОТУРИСТОВ

Канд. техн. наук К. ХАРЧЕНКО

Многие любители автомобильного туризма — владельцы собственных автомашин — берут с собой в путешествия портативные телевизоры «Юность», «Юность-2» и «Электроника ВЛ-100». Однако автотуристы часто останавливаются в таких местах, где прием телепередач на штыревые антенны, имеющиеся в этих телевизорах, затруднен или вовсе невозможен. Возникает необходимость применять внешнюю антенну, которая должна иметь определенные специфические качества, позволяющие успешно использовать ее в полевых условиях. О том, какой должна быть конструкция подобной антенны, спрашивает автотурист Б. А. Шилин (Рига) и другие читатели нашего журнала. Публикуемая статья отвечает на этот вопрос.

Антенна, описываемая в статье, может быть применена также и в стационарных условиях.

Телевизионная антенна, используемая автотуристами, должна работать в полосе 12 телевизионных каналов и обеспечивать прием сигналов близлежащих телецентров, в районе которых может остановиться автотурист, быть легкой, портативной, транспортабельной и удобной в эксплуатации.

Один из возможных вариантов такой антенны (см. четвертую страницу обложки) представляет собой симметричный вибратор с пониженным волновым сопротивлением. Каждое плечо вибратора выполнено из 10—15 отрезков *4* антенного канатика, собранных на конце в узел *12*. Вторые концы отрезков антенного канатика прикреплены к симметрирующему устройству *13* так, чтобы между ними и устройством был гальванический контакт. Эти концы равномерно разнесены по симметрирующему устройству, начиная от точек питания антенны *1* до точки короткого замыкания *21*.

В качестве правой половины симметрирующего устройства *13* используется часть внешней оплетки коаксиального кабеля фидера. Левая половина этого устройства выполнена из отрезка такого же коаксиального кабеля, как и фидер. В точке *9* оплетки обоих кабелей спаяны между собой. При пайке нужно стараться не расплавить внутреннюю изоляцию кабеля. В точке *1* внешнюю оплетку кабеля фидера следует аккуратно подрезать по кольцу и покрыть оловом. Центральный проводник фидера припаивают к оплетке отрезка кабеля, составляющего левую половину симметрирующего устройства. Припаивая отрезки антенного канатика к правой половине симметрирующего устройства, нужно помнить, что она одновременно является фидером, и не нарушать ее целостности. После пайки оголенные места оплетки кабеля обматывают полихлорвиниловой изоляционной лентой. Возможно использовать и другой вариант выполнения симметрирующего устройства, соединив оплетки коаксиальных кабелей металлической пластиной *8*.

Так как вибратор в рабочем положении растягивается на рее, а симметрирующее устройство изготовлено из гибких отрезков кабеля, то чтобы оно не деформировалось, кабели нужно соединить диэлектрическими перемычками из капроновой рыболовной лески у мест крепления каждой пары проводников вибраторов. Для того, чтобы все эти проводники были одинаково натянуты и не провисали, их надо выровнять. Выравнивание удобнее проводить вдвоем, расстелив антенну на полу. Для этого в точках *12* нужно собрать концы проводников в отрезок мягкой медной или латунной трубки, равномерно натянуть проводники одновременно обеих половин вибратора и зафиксировать их, припаяв к торцу трубки или любым другим способом.

Мачта *11* высотой 7—8 *м* составлена из отдельных диэлектрических (деревянных или пластмассовых) колен длиной порядка 1,5 *м*. На одном из концов каждого колена шпилькой закреплена втулка *14* из отрезка трубы. С конца колена, входящего во втулку, нужно снять фаску, чтобы колена можно было соединять без особых усилий. В верхнем конце мачты прорезан паз; для предохранения его стенок от механического повреждения на колено одето металлическое кольцо *19* (узел *А*). В это отверстие вставляют П-образный кронштейн изолятора симметрирующего устройства антенны, после чего кабели устройства натягивают и закрепляют, надев на вбитый в колено мачты гвоздь кольцо пружины, расположенной у короткозамыкателя. Вибратор растягивают на рее *17* с помощью пружин *10* (узел *В*).

Рею *17* вставляют в паз верхнего колена, прорезанный с его тыльной стороны (узел *Б*). Таким образом элементы антенны и мачты соединяются быстро, и вся система получается достаточно устойчивой (при соответствующем подборе жесткости пружин).

Мачту и антенну сначала собирают на земле, а затем устанавливают в рабочее положение и фиксируют одним ярусом оттяжек. Один конец оттяжек закрепляют на венчике *16* верхнего колена, а другой прикрепляют к кольям, вбитым в грунт на расстоянии 5—6 *м* от основания мачты.

Подъем мачты может быть заметно облегчен применением подпятника *20*. Этот подпятник представляет собой отрезок трубы, в которую входит основание мачты. Отрезок шарнирно закреплен на пластине с шипами. Пластину с шипами устанавливают на грунт. Чтобы воспрепятствовать скольжению основания мачты по грунту, достаточно лишь наступить на пластину ногой.

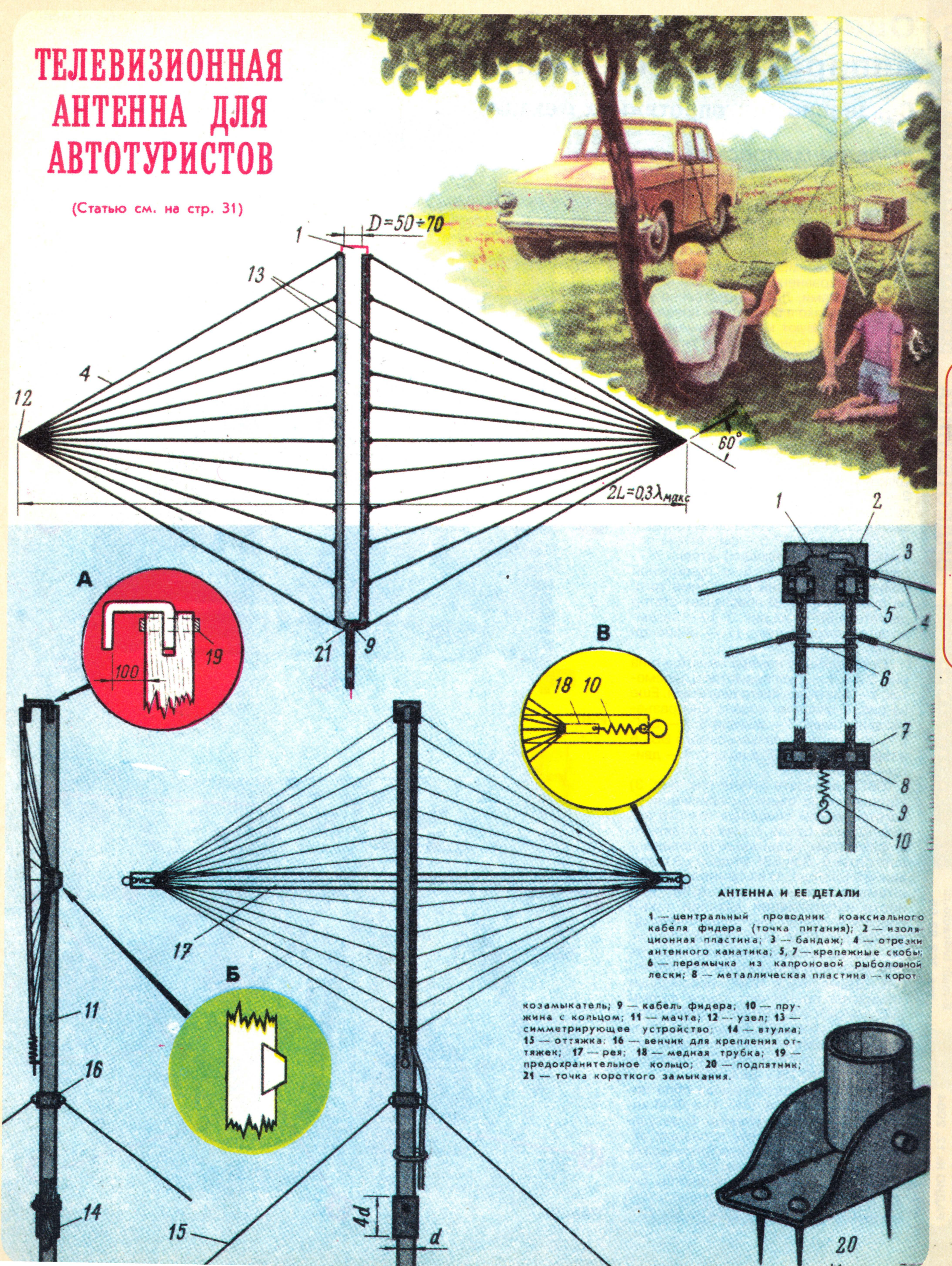
Если мачта при подъеме сильно прогибается, ее нужно подпереть шестом с рогулькой на конце. Для предохранения фидера от преждевременного выхода из строя полезно подвязать его к колену мачты недалеко от короткозамыкателя симметрирующего устройства так, чтобы вес кабеля был приложен к точке подвязки.

Складывают антенну следующим образом. Сняв ее с мачты, укладывают фидер на симметрирующем устройстве, перегибают вибратор так, чтобы его левое плечо легло на правое и скатывают, как ковер.

Сложенную таким образом антенну можно поместить в чехол.

РЕТРО

1971, № 6, с. 31



АНТЕННА И ЕЕ ДЕТАЛИ

1 — центральный проводник коаксиального кабёля фидера (точка питания); 2 — изоляционная пластина; 3 — бандаж; 4 — отрезки антенного канатика; 5, 7 — крепежные скобы; 6 — перемычка из капроновой рыболовной лески; 8 — металлическая пластина — короткозамыкатель; 9 — кабель фидера; 10 — пружина с кольцом; 11 — мачта; 12 — узел; 13 — симметрирующее устройство; 14 — втулка; 15 — оттяжка; 16 — венчик для крепления оттяжек; 17 — рея; 18 — медная трубка; 19 — предохранительное кольцо; 20 — подпятник; 21 — точка короткого замыкания.

Оценка качества работы аппаратуры видеозаписи

Сравнение лентопротяжных механизмов

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Надежная долговременная работа видеомагнитофонов в значительной степени определяется надежностью лентопротяжного механизма (ЛПМ). В современных видеомагнитофонах, по сравнению со своими предшественниками, ЛПМ существенно упрощены, однако в них часто и довольно много используют конструктивные решения, характерные для аппаратуры 80—90-х годов.

Для сравнения рассмотрим ЛПМ видеомагнитофонов фирм LG (современного — **рис. 1** и **2**) и SHARP (выпускавшегося в конце 80-х и начале 90-х годов — **рис. 3** и **4**).

Позиционные номера деталей 1—9 на рис. 1 и 3 совпадают: 1 — узел ленточного тормоза обратного натяжения; 2 — основания подвижных (направляющих) стоек; 3 — подвижные (направляющие) стойки; 4 — стирающая головка; 5 — основание БВГ; 6 — фиксаторы подвижных (направляющих) стоек; 7 — двигатель заправки; 8 — прижимной ролик; 9 — ведущий вал. Кроме того, на рис. 1 цифра 10 обозначает статор двигателя БВГ, а на рис. 3: 10 — заземляющий токосъемник; 11 — обводной рычаг.

Совпадающие номера имеются и на рис. 2 и 4: 1 — узел подмоток и перемоток; 2 — плата ведущего двигателя. Еще на рис. 2 цифрами обозначены разъемы двигателей: 3 — ведущего; 4 — БВГ; 5 — заправки, — разъем самого БВГ 6 и планка режимов 7, а на рис. 4 — двигатель БВГ 3.

БВГ в аппарате SHARP (см. рис. 3) установлен на съемном основании 5, изготовленном способом точного литья. Единое целое с ним составляют и фиксаторы подвижных направляющих стоек 6. Для БВГ модели LG основание 5 (см. рис. 1) сформировано при штамповке всего шасси ЛПМ. Точность изготовления деталей таким способом всегда считалась недостаточной для ЛПМ видеомагнитофонов, но, оказывается, сейчас эта точность для массовой аппаратуры уже подходит. Штамповку в ЛПМ современных аппаратов применяют также фирмы JVC, PANASONIC, PHILIPS, SAMSUNG, THOMSON, TOSHIBA. Литые основания для крепления БВГ продолжают использовать фирмы HITACHI (модель FX868E), SONY (SLV-SE410K).

Узел ленточного тормоза обратного натяжения 1 (см. рис. 1) в ЛПМ аппарата LG нерегулируемый. В результате натяжение ленты в разных экземплярах видеомагнитофонов может быть самым различным, а известно, что от него зависит срок службы видеоголовок (тут уж как повезет конкретному владельцу). Сервисной инструкцией предусмотрен контроль обратного натяжения. Оно должно укладываться в интервал 70...120 г·см (это существенно больше значений, принятых различными производителями ранее). Никаких рекомендаций на случай, если обратное натяжение не попадает в указанные рамки, инструкция не дает.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2004, № 10, 11

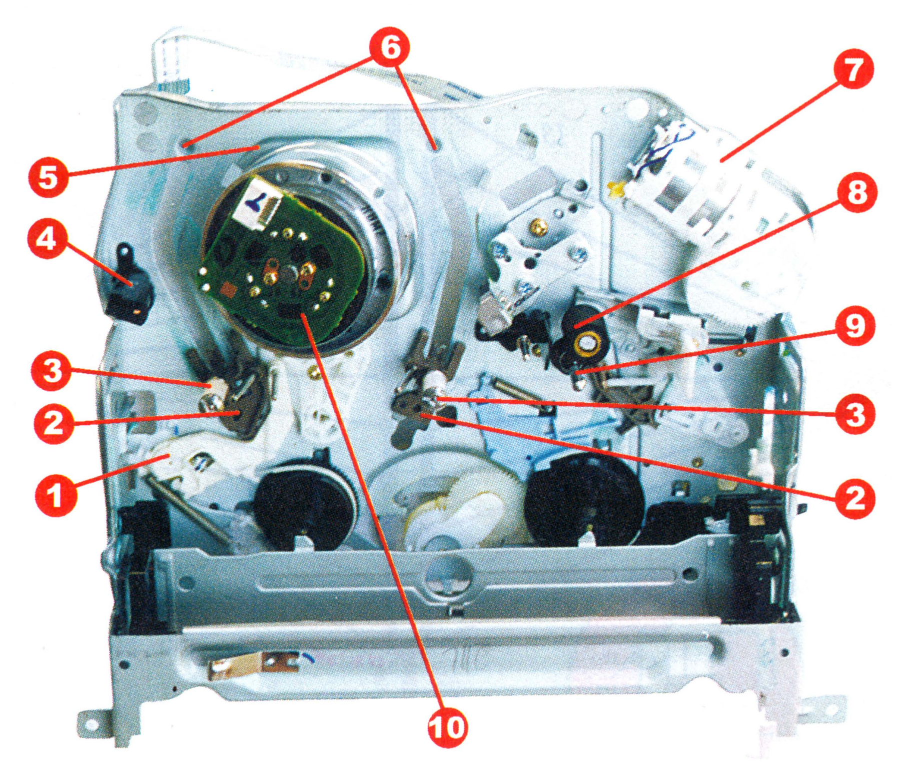


Рис. 1

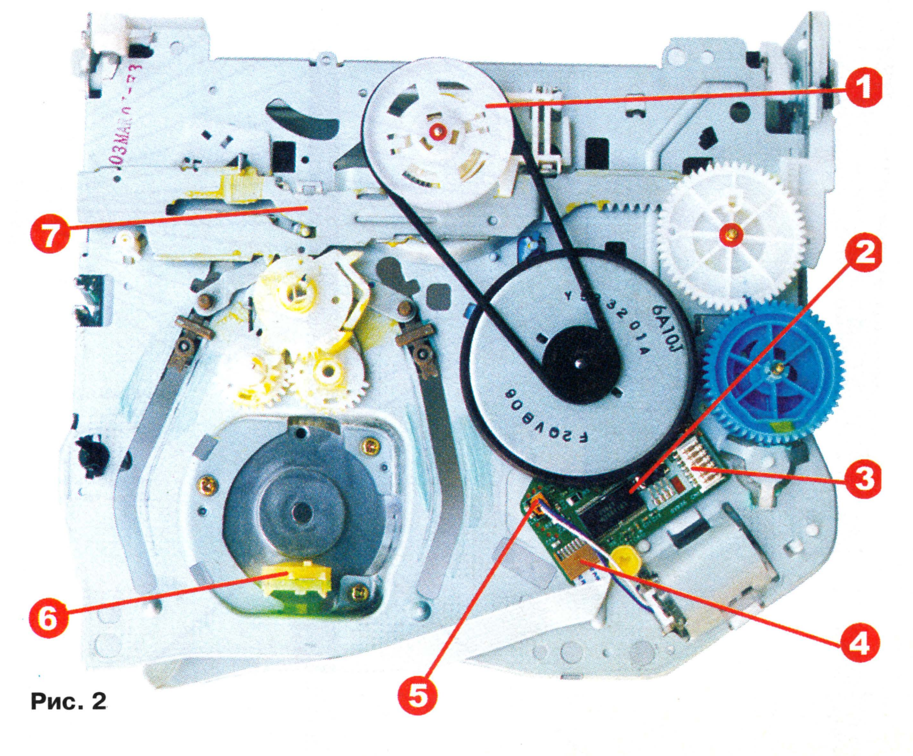


Рис. 2

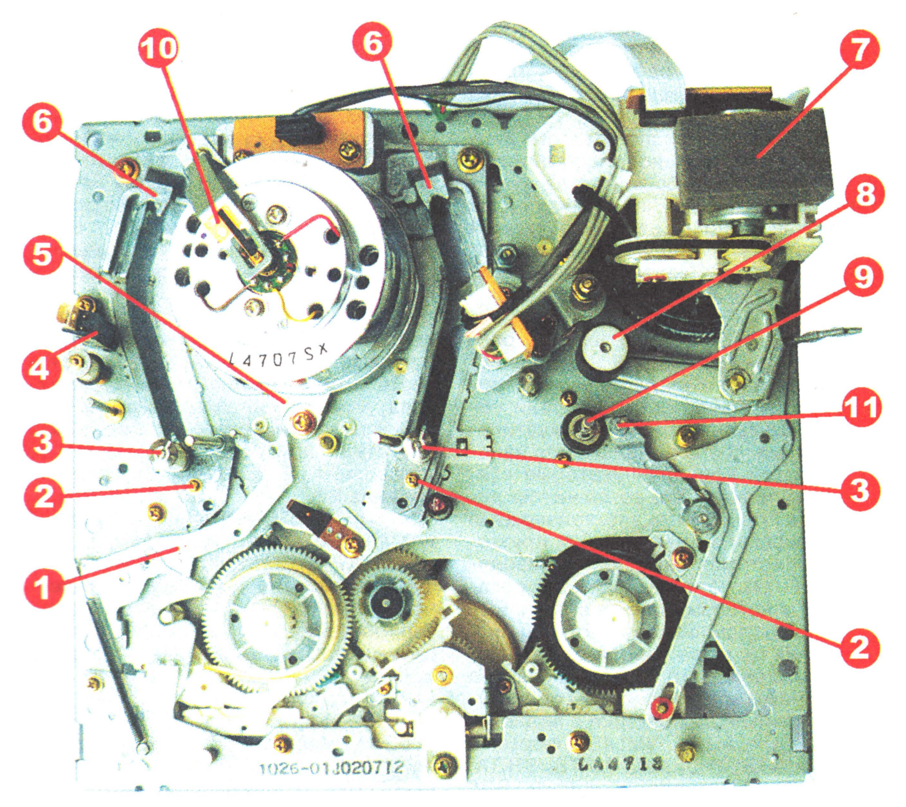


Рис. 3

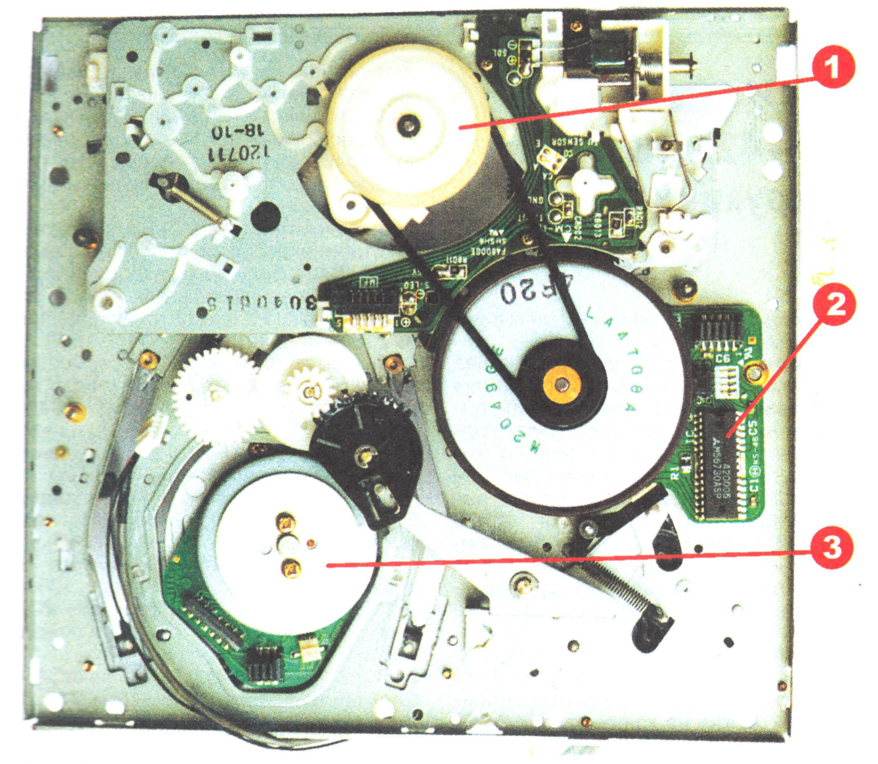


Рис. 4

В ЛПМ модели SHARP (как, впрочем, и во всех ЛПМ предыдущих лет выпуска) регулировка обратного натяжения предусмотрена. Это относится и к ряду других ЛПМ современных видеомагнитофонов разных фирм, в частности к механизму Z фирмы PANASONIC.

Довольно важными узлами можно назвать основания подвижных направляющих стоек 2 (см. рис. 1 и 3). По мере стирания оснований плотность посадки стоек в конечных положениях ухудшается, что может привести к возникновению погрешностей считывания и ухудшению совместимости, особенно для стереофонических видеомагнитофонов. В ЛПМ аппарата LG основания выполнены из довольно твердого пластика (по имеющимся у автора сведениям он достаточно износоустойчив). Пластик для оснований подвижных направляющих стоек в современных видеомагнитофонах используют фирмы PANASONIC (Z-механизм), SAMSUNG, THOMSON, TOSHIBA. Литые основания стоек, кроме фирмы SHARP (см. рис. 3) применяют HITACHI (модель FX868E), JVC (J775EE), PHILIPS (VR520/58), SONY (SLV-SE410K).

Ведущий вал 9 и прижимной ролик 8 в обеих конструкциях ЛПМ (см. рис. 1 и 3) выполнены одинаково. Ведущий двигатель применен с нижними подшипниками, прижим происходит со стороны рабочего слоя ленты. Недостатком такой конструкции можно назвать повышенную подверженность износу подшипников ведущего двигателя вследствие довольно большого давления на него со стороны прижимного ролика. Со временем ведущий вал начинает отклоняться от вертикали, а лента — сползать с подвижных направляющих стоек. Заметно проявляться этот эффект начинает после 4...5 тыс. ч наработки.

Для устранения указанного недостатка в начале 90-х годов фирма MATSUSHITA, а за ней и большинство других фирм-изготовителей видеомагнитофонов стали применять ведущие двигатели с верхним опорным подшипником. Но поскольку при такой конструкции двигателя нет доступа к задней части ведущего вала, прижим ленты к нему можно обеспечить только со стороны основы ленты.

Конструкции прижимных узлов для этих двигателей довольно сложные. Большинство из них выполнено на основе деталей с винтовой образующей, обеспечивающей поднятие и опускание прижимного ролика. Встречаются конструкции с креплением прижимного ролика на поворотном рычаге, как, например, в ЛПМ полноразмерных видеокамер PANASONIC.

В современных видеомагнитофонах ведущие двигатели с верхним опорным подшипником практически не применяют (это дороже в производстве). Пожалуй, только фирма HITACHI продолжает использовать такие конструкции (модель FX868E).

Удешевление коснулось и прижимных роликов. Вместо шарикоподшипников в них стали применять пластиковые вставки. Изнашиваются такие вставки очень быстро. При замене прижимных роликов желательно подбирать варианты с подшипниками. На радиорынках ассортимент их достаточен.

Экономия на всем, на чем только можно, коснулась даже подвижных на-

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

правляющих стоек со стороны подачи ленты (позиция 3 на рис. 1 и 3). В аппаратах LG (см. рис. 1) они уже не служат направляющими, что, конечно, не способствует улучшению качества работы ЛПМ. Однако надо признать, что большинство фирм продолжают устанавливать подвижные направляющие стойки в современных видеомагнитофонах.

От своего предшественника, выпускавшегося в 1999—2002 гг., ЛПМ аппарата LG (см. рис. 1 и 2) отличается отсутствием съемного кассетоприемника. Его боковины в этом варианте представляют собой одно целое с шасси (все штампуют в один прием). Похожие конструкции используют и другие фирмы, например SAMSUNG.

Заметно влияет на качество воспроизведения эффективность "заземляющего", т. е. соединяющего с общим проводом, токосъемника 10 (см. рис. 3), особенно в конструкциях с импульсными источниками питания. При плохом соединении с общим проводом верхнего цилиндра БВГ возможно появление помех в виде белых горизонтальных штрихов на изображении. Внешние "заземляющие" токосъемники для БВГ с нижним расположением двигателей легко доступны для чистки.

Токосъемник для БВГ аппарата LG с верхним расположением двигателя находится внутри специального отверстия в фиксирующей втулке. Он представляет собой небольшую пружину с графитоподобным наконечником, контактирующим с подшипником верхнего цилиндра БВГ. Доступ к нему возможен после снятия статора двигателя 10 (см. рис. 1). Однако в дальнейшем после установки статора необходимо проведение регулировки точки переключения видеоголовок по общепринятым методикам.

БВГ с верхним расположением двигателей в современных видеомагнитофонах применяют большинство фирм, как более технологичное (при сборке требуется небольшое число ручных операций). Исключением можно назвать лишь ряд моделей фирмы PHILIPS (VR-520/58) с нижним расположением двигателя БВГ.

В большинстве БВГ с верхним расположением двигателей привода используют шарикоподшипники. К сожалению, во многих случаях они создают повышенный уровень акустического шума, возрастающего при износе. По этой причине некоторые стереофонические видеомагнитофоны с вполне приличными электрическими параметрами нежелательно применять в системах звуковоспроизведения Hi-Fi. Это относится и к видеокамерам, в которых устанавливают БВГ с шарикоподшипниками. Уровень шума от них по мере износа увеличивается и начинает восприниматься встроенным микрофоном. Такая ситуация возникла на практике с видеокамерой QUASAR — VML458 формата VHS-C (NTSC) фирмы MATSUSHITA. Сильный акустический шум от БВГ удалось значительно уменьшить, переставив местами верхний и нижний подшипники (верхний подшипник обычно изнашивается быстрее нижнего из-за большей нагрузки).

Увеличение степени интеграции электронной "начинки" видеомагнитофонов коснулось и систем электропривода. На плате ведущего двигателя 2 (см. рис. 2) видеомагнитофонов LG установлена универсальная микросхема управления двигателями LB1882N (48 выводов) фирмы SANYO. Кроме ведущего двигателя, микросхема управляет двигателем БВГ, с которым она соединена через разъем 4 и плоский кабель (шлейф), и серводвигателем ЛПМ, который к ней подключен через разъем 5. При такой концентрации мощных транзисторов на одном кристалле повышается вероятность отказа микросхем электропривода, даже может возникнуть необходимость замены всего узла ведущего двигателя при неисправности узлов управления двигателями загрузки или привода БВГ.

Фирма MATSUSHITA в ЛПМ типа Z для систем электропривода двигателей ведущего вала и заправки использует микросхему AN3844SB собственного производства. По статистике автора надежность этих микросхем высокая, самопроизвольных отказов практически не бывает. Для систем электропривода двигателей БВГ в ЛПМ типа Z (в моделях 2000—2003 гг.) фирма MATSUSHITA применяла в основном микросхемы AN3811NK (в обычном SIP-корпусе) и BD6653 (в корпусе для поверхностного монтажа). Обе микросхемы весьма надежны.

Редактор — А. Михайлов, фото — автора

Плазменные панели

Модель "PANASONIC — TH-42PW3", источник питания и конструкция

А. ПЕСКИН, г. Москва

На **рис. 17** показаны конструкция панели и расположение плат при снятой задней крышке.

Плата источника питания P, структурная схема которого показана на **рис. 18**, включает в себя основной блок с двумя импульсными источниками питания, выпрямителями питающих напряжений (в том числе поддержания разряда) и устройством дежурного режима, а также пять плат: управления напряжением поддержания разряда P3, управления выпрямленными напряжениями P5, управления коэффициентом мощности P6, защиты напряжения поддержания разряда P7, защиты выпрямленных напряжений P8.

В рабочем режиме панели напряжение питающей сети поступает на плату P через разъем P9 с платы сетевого фильтра F, на которой расположены два предохранителя (F900, F901) и сетевой фильтр. Через замкнутые контакты реле RL401 и RL402 переменное сетевое напряжение проходит на мостовой выпрямитель D403.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2004, № 8—11

Выпрямленное напряжение через дроссель L401, диод D412 и обмотку импульсного трансформатора T401 поступает на сток мощного ключевого полевого транзистора Q410 первого импульсного источника питания. Работой транзистора управляет генератор, выполненный на микросхеме IC650 (AN8062) платы P5. С вывода 6 микросхемы через контакт 5 разъема P18 на затвор транзистора воздействуют запускающие импульсы. Сигналом запуска START генератора служит выпрямленное напряжение, приходящее через фильтр R441R442C424 на контакт 3 разъема P18. Это же напряжение приходит на каскад на транзисторах Q417, Q416, включенный в цепи защиты. В случае перегрузки по напряжению или другой аварийной ситуации на вывод 8 микросхемы IC650 через транзисторный каскад Q650, Q651 платы P5, контакт 1 разъема P18, каскад на транзисторах Q417, Q416 с платы P3 поступает сигнал защиты SOS, который переводит генератор в режим STOP.

Ко вторичным обмоткам импульсного трансформатора T401 подключены однополупериодные выпрямители, что характерно для всех импульсных источников питания.

Выпрямитель D429C414 совместно со стабилизаторами на микросхемах IC402, IC401 формирует напряжения 18 и 15 В, предназначенные для питания устройств платы P3 (на контакте 12 разъема P15 —18 В, на контакте 11 — 15 В).

Выпрямитель D446C468 совместно со стабилизатором на транзисторах Q419, Q420 и микросхеме IC412 (μPC1093J) позволяет получить напряжение для питания узлов управления электродами адресации (данных) V_D (70 В), которое через контакт 9 разъема P1 поступает сначала на плату SS, а затем — на платы C1—C4 (см. рис. 13).

Выпрямитель D445C465 вместе со стабилизатором на микросхеме IC409 (PQ30RV21A) создает напряжение 15 В, необходимое для питания устройств плат SS и SC.

Выпрямители D441C463 и D442C464 формируют напряжения +15 и −15 В, требуемые для питания усилителя ЗЧ канала звука. Эти напряжения по цепям $+15V_S$ и $-15V_S$ через контакты 1, 3 разъема P6 попадают на плату DG.

Выпрямитель D443C479 предназначен для получения нестабилизированного напряжения 13,2 В, поступающего через контакты 1, 5, 1 разъемов P5, P6,

E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05

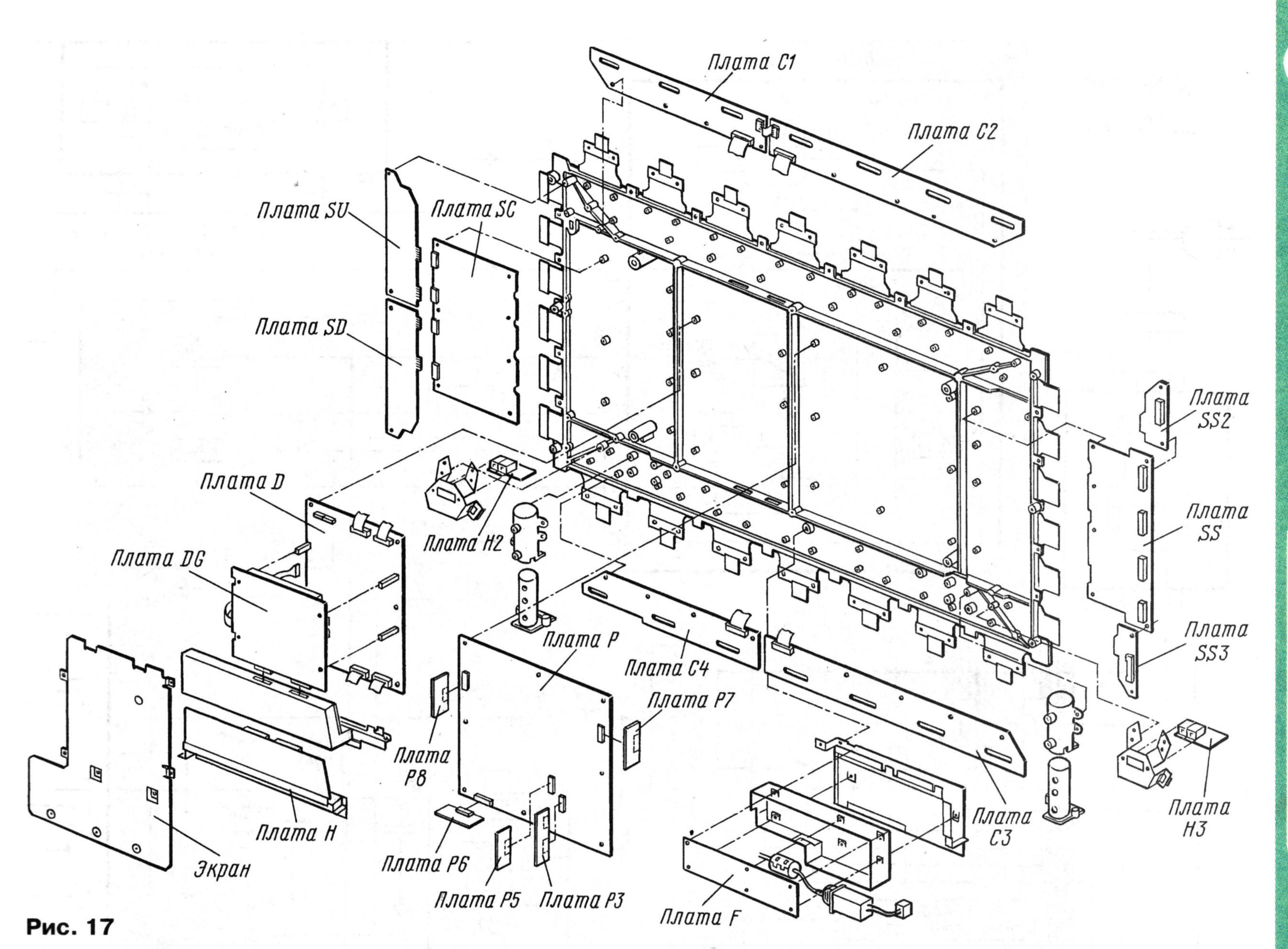


Рис. 17

P17 соответственно на другие платы. Кроме того, напряжение 13,2 В использовано для создания стабилизированных напряжений: 12 В — стабилизатором на микросхеме IC408 — для питания вентиляторов охлаждения через контакты 1 разъемов P10—P13; 5,25 В — стабилизатором на микросхеме IC411 — для питания устройств плат D и DG через контакты 5 разъемов P5 и P17; 3,45 В — стабилизатором на микросхеме IC410 — для питания устройств плат D и DG через контакты 8, 9 разъемов P5 и P17.

Основным элементом платы P6 можно назвать микросхему IC735 (MC33262P) корректора коэффициента мощности (PFC), необходимого для стабилизации выходных напряжений и защиты от превышения их максимального значения. Сформированный микросхемой управляющий сигнал с ее вывода 7 через контакт 4 разъема P19 и предварительный усилитель на транзисторах Q422, Q401 подан на включенные параллельно между дросселем L401 и диодом D412 ключевые полевые транзисторы Q402, Q404, которые и обеспечивают регулировку мощности.

Уже упомянутый сигнал STOP поступает также через контакт 11 разъема P19 на устройство защиты от перегрузок и детектор уровня мощности, выполненные на микросхеме IC736 (AN6913). С первого из них сигнал защиты через каскад на транзисторе Q730 воздействует на вывод 5 микросхемы IC735. При перегрузке он блокирует передачу мощности в ключевой каскад на транзисторе Q410.

С детектора уровня мощности через контакт 9 разъема P19 сигнал приходит на излучающий диод оптрона D436 и транзистор Q409. Когда значение мощности превышает установленный порог, этот сигнал через транзистор Q409, контакт 1 разъема P18 и транзисторы Q650, Q651 проходит на генератор в микросхеме IC650 и понижает частоту его колебаний, чем и достигается стабилизация.

Если ток через излучающий диод оптрона D436 существенно уменьшается, фототранзистор оптрона закрывается и сигнал блокировки MUTE через контакт 4 разъема P6 поступает на плату DG для выключения звука. Этот же сигнал через транзисторы Q414, Q412 обеспечивает прекращение тока через обмотку реле RL401. Контакты реле размыкаются, и в цепь подачи сетевого напряжения оказываются включенными резисторы R403—R406, что приводит к облегченному режиму работы ключевого каскада источника питания на транзисторе Q410.

Второй импульсный источник питания предназначен для формирования напряжений поддержания разряда V_{SUS} (200 В) и V_{BK} (150 В). Он включает в себя двухтактный мощный ключевой каскад на полевых транзисторах Q407, Q408, импульсный трансформатор T400 и разделительные конденсаторы C425, C426. Запускающие каскад импульсы приходят на затворы транзисторов через предварительные комплементарные ключевые транзисторы Q602, Q603, расположенные на плате P3, и Q405, Q406. На "горячей" ("HOT") части платы P3 (выделена цветом), кроме того, находятся генератор импульсов на микросхеме IC601 (M51997P), микросхема управления комплементарными ключами IC602 (UC3715N) и операционный усилитель IC600 (IR2117). В "холодной" ("COLD") части платы P3 расположены два усилителя на транзисторах Q600 и Q601. Гальваническую развязку "горячей" и "холодной" частей платы обеспечивают оптроны D604, D606.

С контакта 1 разъема P16 на транзистор Q601 подан сигнал защиты SOS с контакта 8 разъема P21 платы P7, контакта 7 разъема P22 платы P8 и через каскад на транзисторе Q418 с контакта 5 разъема P7 платы D. В нормальном состоянии сигнал SOS имеет низкий уровень и не влияет на работу генератора импульсов. В режиме защиты, когда уровень сигнала SOS становится высоким, транзистор Q601 открывается, и в свою очередь открывшийся фототранзистор оптрона D604 воздействует через вывод 4 на микросхему IC601, понижая частоту генератора. Так происходит защита источника питания от повышения напряжений.

E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05

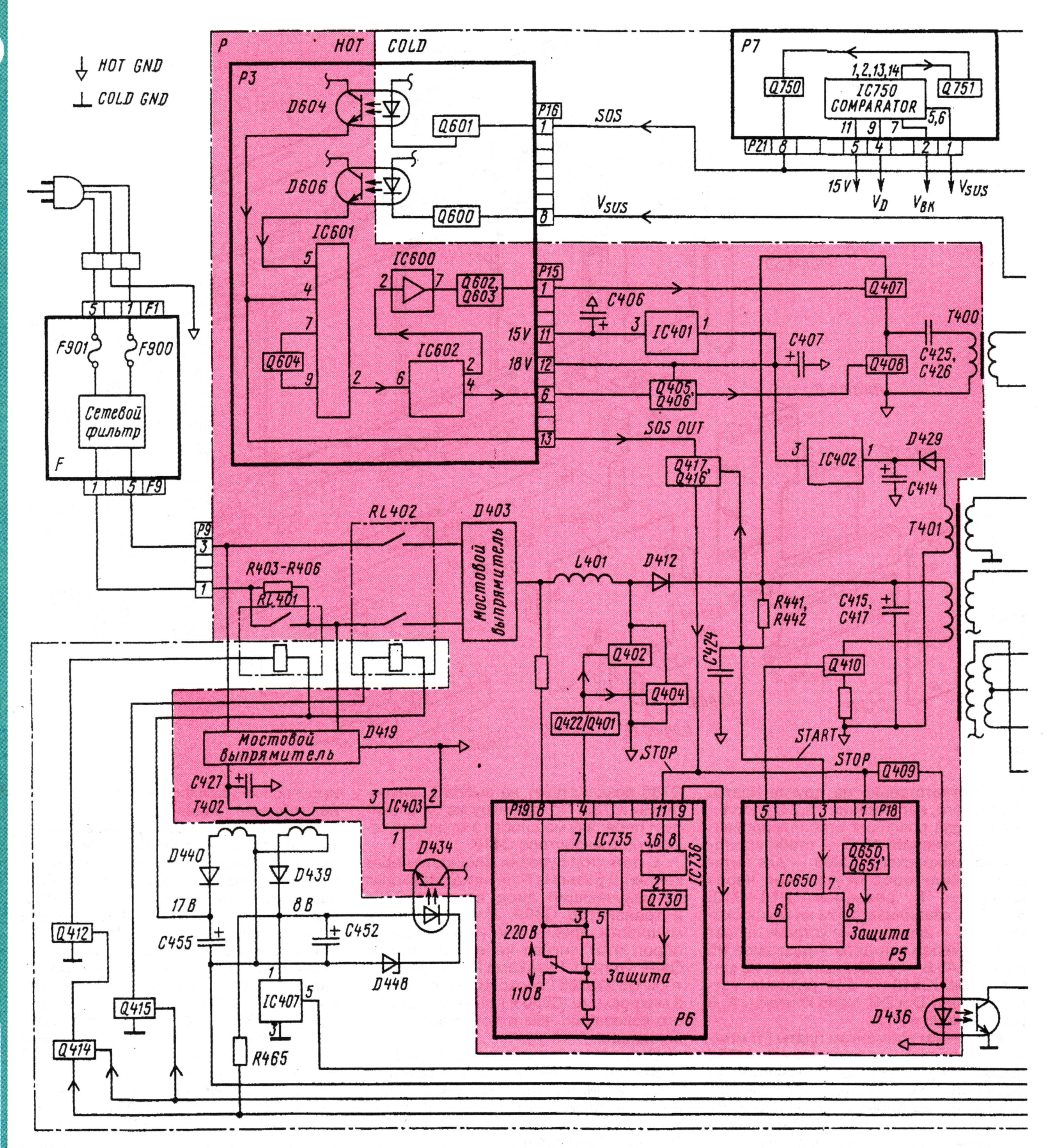


Рис. 18

Кроме того, что уже было указано, сигнал SOS OUT через контакт 13 разъема P15 и каскад на транзисторах Q417, Q416 проходит на платы P5 и P6.

К обмотке трансформатора T400, как и в первом источнике питания, подключены вторичные источники напряжения.

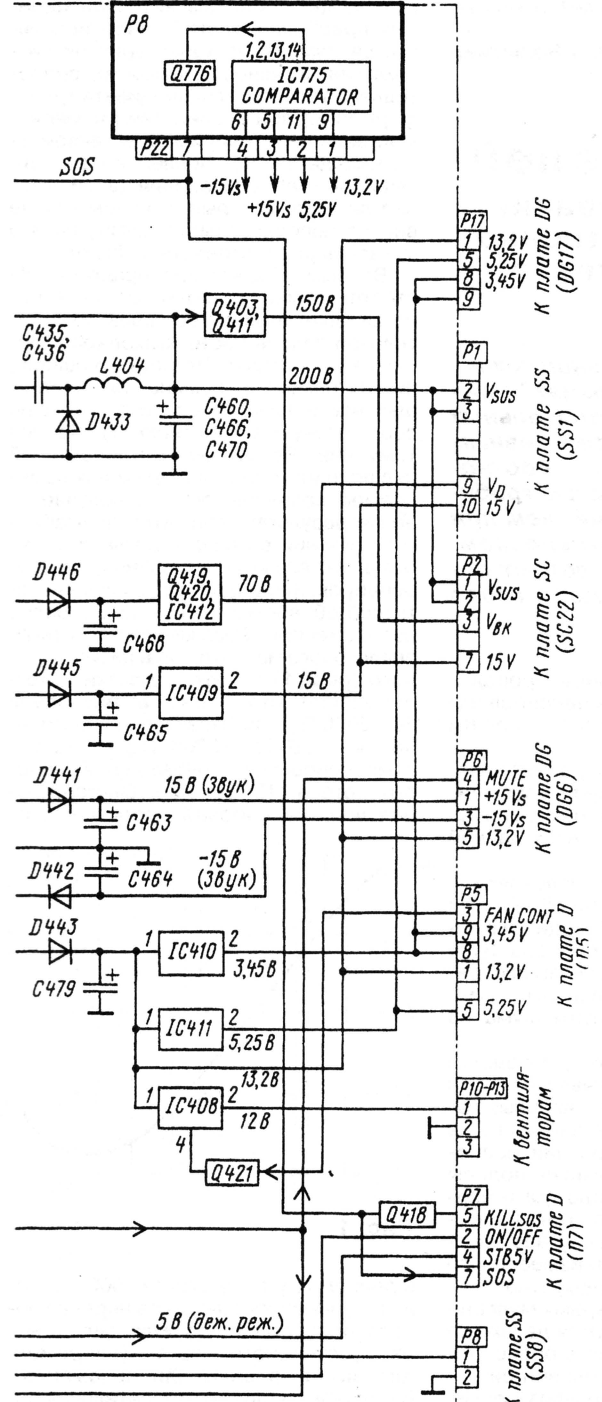
Выпрямитель D433C435C436 и фильтр L404C460C466C470 создают напряжение V_{SUS} (200 В), поступающее через контакты 2, 3 разъема P1 на плату SS и контакты 1, 2 разъема P2 на плату SC. Оно же через контакт 8 разъема P16 приходит на каскад на транзисторе Q600 платы P3 и воздействует на оптрон D606. Фототранзистор оптрона через вывод 5 управляет микросхемой IC601. Так образована цепь обратной связи источника для стабилизации напряжений.

Стабилизатор на транзисторах Q403, Q411 формирует из напряжения 200 В стабилизированное напряжение V_{BK} (150 В), которое через контакт 3 разъема P2 проходит на плату SC.

Плата P7 служит для защиты от перегрузок источников напряжений V_{SUS}, V_{BK}, V_D и 15 В. Для этого все они через контакты 1, 2, 4, 5 разъема P21 поданы на компаратор IC750 (AN6912). Сформированный на его выходе сигнал при перегрузке любого источника усиливается транзистором Q751 и через эмиттерный повторитель на транзисторе Q750 и контакт 8 разъема P21 по шине SOS поступает на плату P3 (через контакт 1 разъема P16) и плату D (через контакт 7 разъема P7).

На плате P3 этот сигнал через транзистор Q601 и оптрон D604 воздейству-

E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05



ет на генератор и понижает его частоту или выключает его совсем.

На плате D сигнал SOS приходит на микропроцессор управления IC9701 (см. рис. 16), который создает команду перевода панели в дежурный режим.

Плата P8 защищает от перегрузок источники напряжений +15V_S; –15V_S; 13,2V и 5,25V, которые поданы на компаратор IC755 через контакты 1—4 разъема P22. Усиленный транзистором Q776 выходной сигнал компаратора через контакт 7 разъема P22 также попадает на шину SOS.

Устройство дежурного режима представляет собой еще один импульсный источник питания, выполненный на микросхеме IC403 (MIP0210SY1TV) и трансформаторе T402. Выпрямленное напряжение проходит на вывод 3 микросхемы через первичную обмотку трансформатора с мостового выпрямителя D419 и сглаживающего конденсатора C427. Управление работой микросхемы обеспечивает оптрон D434, фототранзистор которого включен в цепь ее вывода 1 с целью стабилизации выходных напряжений.

Следует заметить, что при отключенной от сети вилке сетевого шнура панели контакты реле RL401, RL402 разомкнуты. Очевидно, что при подключении вилки к сети ее напряжение через резисторы R403—R406 сразу поступает на мостовой выпрямитель D419 устройства дежурного режима и оно начинает работать.

Ко вторичным обмоткам трансформатора T402 подключены однополупериодные выпрямители D440C455 и D439C452, причем минусовые обкладки оксидных конденсаторов C455, C452 через контакт 1 разъема P8 и плату SS (см. рис. 13) соединены с расположенной на плате включения устройства дежурного режима S кнопкой S8061 с фиксацией. Когда контакты кнопки не замкнуты, напряжение в нагрузочные цепи выпрямителей не поступает и панель выключена.

Когда же кнопку S8061 переводят в замкнутое состояние, напряжения питания с выпрямителей устройства дежурного режима поданы на их нагрузки. При этом напряжение 17 В с выпрямителя D440C455 приходит на цепи обмоток реле RL401, RL402, которыми управляют каскады на транзисторах Q412, Q414 и Q415 соответственно, но они пока выключены. Одновременно напряжение 8 В с выпрямителя D439C452 стабилизируется микросхемой IC407 (μPC2260V). Полученное на ее выводе 5 напряжение 5 В через контакт 4 разъема P7 по цепи STB5V попадает на микропроцессор управления IC9701 платы D (см. рис. 16), обеспечивая его питание в дежурном режиме. Кроме того, напряжение 8 В через резистор R465 (см. рис. 17) проходит в цепь MUTE выключения звука и не позволяет каскаду на транзисторе Q414 (и Q412) включить реле RL401. Панель оказывается включенной в дежурный режим.

В рабочий режим панель включают через пульт ДУ. При этом соответствующая команда с фотоприемника платы V (см. рис. 13) воздействует на микропроцессор управления и с него (см. рис. 17) через контакт 2 разъема P7 по цепи ON/OFF сигнал команды включения приходит на транзистор Q415. Через открывшийся транзистор Q415 и, следовательно, через обмотку реле RL402 течет ток, что приводит к замыканию контактов реле и подаче сетевого напряжения на мостовой выпрямитель D403 через резисторы R403—R406. Сигнал команды включения с микропроцессора поступает также на транзистор Q414, подготавливая его к включению.

После появления всех напряжений питания панели и установления пока облегченного режима выходного ключевого каскада на транзисторе Q410 на выводе 8 микросхемы IC736 (с ее детектора уровня мощности) платы P6 появляется напряжение, которое создает ток через излучающий диод оптрона D436. Его фототранзистор открывается и снимает блокировку с цепи выключения звука и транзистора Q414. Поэтому включаются транзисторы Q414 и Q412, течет ток через обмотку реле RL401 и его контакты замыкают резисторы R403—R406, подавая полное напряжение сети на выпрямитель D403. В результате панель начинает работать в номинальном режиме со звуковым сопровождением.

Выключают панель либо подачей соответствующей команды через пульт ДУ, переводящей ее в дежурный режим, либо кнопкой S8061, выключающей и дежурный режим.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

"Нет ничего практичнее действительно хорошей теории".

Людвиг Больцман

Минимизация шумов предварительных усилителей

О некоторых особенностях проектирования малошумящих усилителей при существенно реактивном импедансе источника сигнала

С. АГЕЕВ, г. Москва

Автор, имея большой опыт в разработке измерительной техники, счел возможным попробовать объяснить "на пальцах" важные особенности построения входных каскадов чувствительных усилителей сигналов от источников с существенно реактивным импедансом. При этом для достижения максимального соотношения сигнал/шум одновременно с высокой линейностью требуется выполнение существенно более жестких условий, чем при работе от источника сигнала с резистивным сопротивлением. В качестве примера будет приведен УВ, который позволяет получить в кассетном магнитофоне отношение сигнал/шум около 70 дБА без использования шумоподавителей.

Как известно, коэффициентом шума в подавляющем большинстве работ (Friis [1] и др.) называется *отношение соотношений сигнал/шум* (по мощности!) *на входе и на выходе* некоторого устройства. То есть коэффициент шума (иногда его называют фактором шума) может быть определен как

$$K_ш = (P_{с\ вх}/P_{ш\ вх})/(P_{с\ вых}/P_{ш\ вых}) \quad (1)$$

независимо от полосы частот, вида и даже физической природы сигналов. При этом он в равной степени зависит не только от свойств исследуемого устройства, но и от свойств источника сигнала (величины собственного шума источника сигнала).

Таким образом, уже по определению коэффициент шума — общий критерий, отражающий конечный результат действия некоторой системы, вне зависимости от диапазона частот и даже физической природы этой системы (необязательно "чисто" электронной).

В радиотехнических терминах коэффициент шума, по своей сути, есть отношение мощности шума в некоторой полосе частот на выходе реального шумящего приемника (усилителя) к мощности шума (в той же полосе частот) на выходе идеального нешумящего приемника (усилителя) при их работе от одинаковых источников сигнала при одинаковых АЧХ и коэффициентах усиления (т. е. при одинаковом полезном сигнале на выходе) [1].

Однако, к сожалению, авторы многих учебников (видимо, в погоне за кажущейся простотой или наглядностью) при рассмотрении понятия коэффициента шума нередко вводят допущения, резко снижающие практическую ценность этого критерия.

Во-первых, зачастую подразумевается, что относительная ширина полосы частот $\nu = (F_{max} - F_{min})/(F_{min} \cdot F_{max})^{1/2}$ невелика, а импеданс источника сигнала постоянен. При этом нередко принимается, что импеданс источника сигнала имеет чисто активный характер или что реактивные проводимости практически скомпенсированы (в достаточно узкой полосе это почти всегда осуществимо).

Во-вторых, спектральную плотность мощности источников шума и уровень сигнала часто принимают равномерными (постоянными) в пределах данной полосы частот.

Получаемый при таких условиях коэффициент шума в некоторой области частот, как правило, и приводится в качестве характеристики прибора (устройства). Иногда его явно называют узкополосным коэффициентом шума или, чаще, коэффициентом шума на данной частоте [2].

Происхождение этих допущений вполне объяснимо, учитывая историю развития радиотехники — впервые задача измерения и минимизации шумов возникла при проектировании радиоприемников, относительные полосы пропускания которых тогда (да и сейчас в большинстве случаев) не превышали 1...2 %, и для этих случаев понятие коэффициента шума, измеренного в узкой полосе, вполне адекватно.

Однако в настоящее время малошумящие усилители требуются далеко не только и даже не столько в радиоприемниках, сколько при усилении сигналов от различных датчиков физических величин, т. е. при сопряжении электронных устройств с источниками сигналов. Полное сопротивление (импеданс) большинства датчиков, как правило, не только имеет существенную частотную зависимость, но и существенно реактивно (фазовый угол импеданса может вплотную приближаться к 90 градусам).

Примером могут служить наиболее распространенные индуктивные (трансформаторные) и емкостные датчики. В этих датчиках либо непосредственно генерируется полезный сигнал (как, например, в пьезоэлементах, в приборах с зарядовой связью, в ГВ магнитофона или магнитострикционных преобразователях), либо используется изменение характеристик датчика (индуктивности, емкости, сопротивления потерь, коэффициента трансформации) при воздействии измеряемой величины (например, в тензомагнитных датчиках). Последнее обстоятельство требует введения цепей питания датчика, которые в общем случае вносят дополнительные шумы, но это мы здесь рассматривать не будем.

Вторым важным для практики обстоятельством является тот факт, что из-за значительно большей относительной полосы частот выходное отношение сигнал/шум (то есть отношение сигнал/помеха в терминах интересующей нас величины) редко однозначно соответствует выражению (1). Причин тому две. Во-первых, интересующий нас полезный сигнал в терминах измеряемой величины обычно получается не как результат простого (масштабного) усиления сигнала с датчика, а как результат его интегрирования, дифференцирования или более сложной частотной обработки. Одним из наиболее наглядных примеров может служить УВ аналогового магнитофона, на АЧХ которого (**рис. 1**) имеются участки интегрирования (примерно в интервале 30...2000 Гц), приблизительно постоянной АЧХ (2000...10000 Гц) и участок компенсирования контактных и щелевых потерь (10...20 кГц). *Относительная* ширина рабочей полосы частот

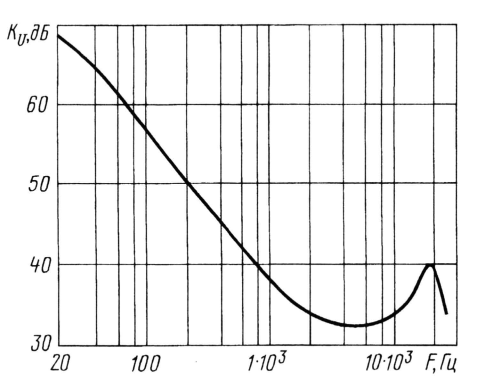


Рис. 1

в данном случае достигает 500:1 и более, а для многих датчиков нередко полоса пропускания должна начинаться от постоянного тока (например, для датчиков силы или положения). В последнем случае относительная полоса частот формально бесконечна.

Существенно здесь то, что при сколько-нибудь широкой относительной полосе выходного сигнала, как правило, уже нельзя пренебрегать ни частотной зависимостью спектральных плотностей мощности различных источников шумов, ни частотной зависимостью "заметности" этих шумов. Последнее обстоятельство исторически ранее всего выявилось в электроакустике, вследствие чего были введены так называемые взвешивающие фильтры для измерения шумов [3].

"Классический" (т. е. узкополосный) коэффициент шума, приводимый

в справочниках, при этом перестает быть информативным, так как, во-первых, он оказывается неравномерным в пределах рабочей полосы частот и, во-вторых, не учитывает степень нежелательности шумов в различных участках спектра.

В то же время для осмысленного проектирования совершенно необходим однозначный критерий совершенства шумовых характеристик.

Поэтому представляется логичным и обоснованным в дополнение к классическому "узкополосному" коэффициенту шума ввести понятие широкополосного коэффициента взвешенного шума (или просто коэффициента взвешенного шума), представляющего собой отношение надлежащим образом частотно-взвешенного выходного шума реального устройства к частотно-взвешенному выходному шуму "идеального" устройства, естественно, обладающего тождественными АЧХ и коэффициентом передачи.

Здесь необходимо снова отметить два обстоятельства.

Во-первых, поскольку коэффициент шума, по сути, показывает *относительное* приращение мощности шума, то он, естественно, зависит от величины шума самого источника сигнала. Чем *больше* собственный шум источника сигнала, тем (при прочих равных условиях) *меньше* оказывается относительное приращение шума из-за шума усилителя. То есть при "шумном" источнике сигнала коэффициент шума снижается.

И наоборот, при охлаждении источника сигнала до гелиевых температур (мощность его теплового шума при этом упадет почти в 80 раз) или при источнике сигнала с практически чисто реактивным импедансом (с очень малой активной — шумящей — частью) нетрудно попасть в ситуацию, когда даже у предельно малошумящего электронного усилителя фактор шума будет не около 1, а составлять десяток и более. В случае, если это недопустимо (например, в радиоастрономии), приходится использовать усилители на иных физических принципах (на основе квантовых эффектов или параметрические).

Во-вторых, из формул Эйнштейна [4], полученных в 1907 г., следует, что в любой системе, в том числе электрической, независимо от номиналов элементов на каждую из степеней свободы приходится средняя энергия теплового шума E, равная (1/2) kT, где T — эффективная абсолютная температура диссипативных элементов, демпфирующих данную моду колебаний. В этом выражении k — так называемая постоянная Больцмана ($1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/K); T — абсолютная температура в кельвинах (комнатной температуре 20...25 °C соответствуют 293...298 K). Диссипативными (рассеивающими энергию) элементами в электротехнике являются резисторы и потери в реактивных элементах. Степенью свободы применительно к электрической системе является независимый контурный ток или узловое напряжение, общее число степеней свободы при этом есть сумма числа независимых контурных токов и числа независимых узловых потенциалов. Так, изолированный резистор, конденсатор или индуктивность имеют одну степень свободы (напряжение между их выводами, или заряд для конденсатора, или энергия магнитного поля — ток через индуктивность), тогда как колебательный контур имеет уже две степени свободы — напряжение на обкладках конденсатора и контурный ток в индуктивности. Соответственно, полная энергия флуктуаций в колебательном контуре составит kT (сами по себе реактивные элементы не имеют теплового шума, источником шумов в них является их неидеальность).

Существенно, что, согласно равенству Парсеваля, интегральное по спектру значение энергии шумов (именно энергии шумов, а не электрических напряжений или токов!) для каждой из степеней свободы также не зависит от степени

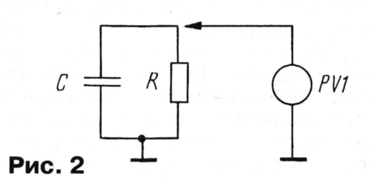


Рис. 2

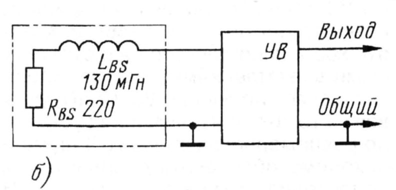


Рис. 3

демпфирования степеней свободы, т. е. более задемпфированный резонанс даст более широкую, но менее "высокую" шумовую полосу. К примеру, в частном случае параллельной RC-цепи (**рис. 2**), как показано в [4], усредненное во времени значение квадрата шумового напряжения не зависит от номинала R и определяется только величиной емкости C: $U^2_{ср}$= kT/C. (Отсюда, используя предельный переход при C→0 и понятие шумовой полосы, легко выводится формула Найквиста для квадрата спектральной плотности шумового напряжения резистора: $e^2_ш$ = 4kTR.)

Подобные обстоятельства могут сильно ухудшить характеристики при работе от существенно реактивных источников сигнала, что, как мы увидим далее, нередко имеет место на практике.

Для иллюстрации вышесказанного рассчитаем реальный коэффициент взвешенного шума типового УВ кассетного магнитофона высшего класса, построенный на малошумящем ОУ OP37 (**рис. 3**,а). Заметим, что в большинстве "топовых" моделей кассетных магнитофонов применены менее качественные ОУ, в лучшем случае это NJM4580, μPC4570, NJM2114, но встречаются и M5238 или даже M5218. Для "взвешивания" шума мы будем использовать самую распространенную кривую МЭК-А, в отдельных примерах будет использована более реалистичная кривая CCIR-468-2 [5]. Во всех случаях мы будем рассматривать среднеквадратичное значение шума, а источником сигнала будем считать головку воспроизведения (ГВ) с частотно-независимой активной частью импеданса (LR-модель).

Наиболее наглядно расчет коэффициента взвешенного шума УВ можно выполнить средствами программы схемотехнического моделирования SPICE. Связано это с тем, что, во-первых, с помощью SPICE очень удобно создавать "идеальные" элементы, в том числе четырехполюсники с произвольными АЧХ и ФЧХ (например, для моделирования идеальных усилителей и взвешивающих фильтров), а во-вторых, постпроцессор PROBE, даже в DOS-версиях, обладает очень богатыми возможностями представления информации. Кроме того, в SPICE есть возможность расчета шумового вклада отдельно каждого элемента схемы на каждой из частот анализа. Используемая при расчете макромодель ОУ OP37 была создана и тщательно протестирована автором, поскольку поставляемые различными изготовителями модели этого ОУ существенно отличаются по шумовым свойствам, тогда как сами микросхемы ОУ очень похожи.

Далее мы должны принять типичные для кассетных магнитофонов параметры ГВ. Так, для лучших по комплексу характеристик отечественных головок (3Д24.750, 3Д22.750) R ≈ 220 Ом, L ≈ 130 мГн (максимум), типовая ЭДС воспроизведения 0,22 мВ на частоте 400 Гц при уровне записи 0 дБ, величина потерь воспроизведения на частоте 20 кГц — от 5 до 10 дБ [6]. Большинство аналогичных головок японского производства имеют практически такое же или даже худшее отношение ЭДС воспроизведения к индуктивности обмотки. Постоянную времени воспроизведения примем равной 85 мкс, поскольку частотная зависимость слойных потерь магнитной ленты с двуокисью хрома соответствует постоянной времени 70 мкс RC-аналога только в грубом приближении. Составив соответствующее описание схем на языке SPICE, рассчитаем квадратичные значения взвешенного напряжения шумов на выходе "идеального" (рис. 3,б) и "реального" УВ.

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

Тип УВ	Выходное напряжение, соответствующее 0 дБ для типовой ГВ, мВ	Напряжение выходного шума (МЭК-А), мкВ	Квадрат напряжения выходного шума (взвеш. по МЭК-А), $В^2$	Коэффициент шума (взвеш. по МЭК-А)	Относительный уровень шума по МЭК-А, дБ
OP37, рис. 3	40,48	37,09	$1,375668 \cdot 10^{-9}$	9,15	–60,76
"Идеальный"	40,48	12,28	$1,507984 \cdot 10^{-10}$	1,005*	–70,36

* Коэффициент взвешенного шума "идеального" УВ чуть больше 1 из-за ненулевой температуры резисторов в цепях формирования АЧХ.

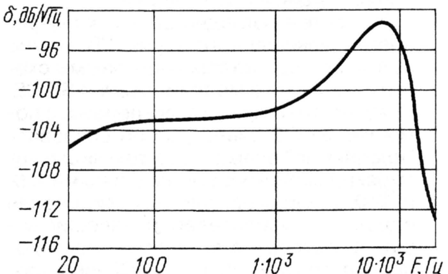


Рис. 4

Как видно из **таблицы**, в которой приведена сводка результатов расчета, квадратичные значения взвешенного напряжения шумов на выходе реального и идеального УВ отличаются более чем в 9 раз. Иными словами, коэффициент шума УВ, собранного по типовой схеме на одном из самых малошумящих для такого применения ОУ, составляет 9,15. Это соответствует потере отношения сигнал/шум в 9,6 дБ.

Здесь уместно напомнить, что собственный шум паузы высококачественных кассетных лент (BASF TP-II, Maxell XL-IIS, TDK SA-XS), по данным измерений автора, не превышает –66...–68 дБА относительно значения остаточного магнитного потока 250 нВб/м (соответствующего уровню 0 дБ), т. е. почти на 10 дБ ниже, чем реальные шумы УВ большинства магнитофонов! Иными словами, вопреки устоявшемуся мнению, при использовании качественных лент основным источником шума в канале воспроизведения оказывается не лента, а тракт воспроизведения (УВ и ГВ).

Реальные шумы канала воспроизведения у лучших моделей кассетных магнитофонов эпохи 80—90-х годов при τ = 70 (85) мкс и учете погрешностей АЧХ воспроизведения составляли, по измерениям автора, –57...–62 дБА относительно уровня записи 0 дБ. Это зачастую хуже, чем указывается в описаниях, так как там обычно приводится отношение сигнал/шум при $K_{г3}$= 3 % на частоте 315 Гц, т. е. для уровня сигнала не 0 дБ, а для +4...+7 дБ, в зависимости от перегрузочной способности использованных лент. Отсюда и возникают дополнительные 4...7 дБ. Из просматривавшихся в то время (лет 10 назад) моделей наиболее объективные спецификации приводились фирмами Philips, Sony и Nakamichi. В то же время, например, ReVox (Studer) для одной из лучших моделей вообще не оговорил шумы при отключенном шумопонижении (Dolby), хотя в остальных отношениях магнитофон был очень хорошим.

Учитывая, что при использовании высококачественных лент основным источником шума оказывается канал воспроизведения, очевидна потребность снижения шума УВ. С этой целью на первый (и ошибочный!) взгляд напрашивается попытка применить ОУ с наименьшей спектральной плотностью ЭДС входного шума, например, LT1115, LT1028 или AD797. Однако намного больший, чем у OP37, входной ток шума этих ОУ, проходя через индуктивность ГВ, приведет к росту высокочастотных составляющих шума на выходе УВ, ухудшая отношение сигнал/шум. Причиной подобной ситуации является именно существенная реактивность источника сигнала, когда модуль импеданса источника сигнала оказывается много большим, чем его шумящая (активная) часть.

Даже при использовании OP37 на выходе в действительности доминирует высокочастотный шум, как видно из **рис. 4**, где изображена относительная спектральная плотность выходного шума УВ после "взвешивания" фильтром с характеристикой CCIR-468-2. Кстати, это хорошо согласуется и с субъективными впечатлениями. Высота подъема составляет примерно 8...10 дБ, указывая на то, что для получения субъективно равномерного ("ровного") шума необходимо обеспечить дополнительное подавление шума в этой области. Насколько известно, подобный результат в свое время послужил отправной точкой при выборе параметров системы шумопонижения Dolby-B.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Friis H. T.** Proc. Inst. Radio Engrs., 1944, v. 32, p. 419.
2. **Ван-дер-Зил А.** Шум. (источники, описание, измерение). Пер. с англ. п/р А. К. Нарышкина. — М.: Сов. Радио, 1973.
3. **Moir J.** Electrical noise measurement in audio engineering. — Wireless World, August 1978, p. 45—48.
4. **Эйнштейн А.** О границе применимости теоремы о термодинамическом равновесии и о возможности нового определения элементарных квантов. // Собр. науч. тр. — М.: Наука, 1966, т. 3, с. 145—151.
5. **Агеев С.** Методики измерения звуковых сигналов и шумов. — Радио, 1998, № 10, с. 38—40.
6. **Сачковский В.** Ферритовые магнитные головки для звукозаписи и особенности их применения. — Радио, 1998, № 3, с. 16—18; № 4, с. 20—22; № 5, с. 16—18.

(Продолжение следует)

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Вопрос заметности вносимых усилителем искажений уже неоднократно обсуждался на страницах журналов и в Интернете. Человеческое ухо — нелинейный преобразователь; как показали исследования [1], уровень гармонических искажений в нем спадает в энергетическом выражении примерно как 10^n, где n — номер гармоники. В логарифмическом исчислении это по 10 дБ на каждый интервал между гармониками. Исходные данные, снятые на тональном сигнале Г. Олсоном, были обработаны Д. Чивером в [2] и в нормированном относительно уровня тестового сигнала виде представлены на **рис. 1**. Из графиков видно, что при изменении звукового давления от 50 дБ (тихий голос) до 90 дБ (уровень звучания в студии) нелинейные искажения, продуцируемые ухом при преобразовании слышимого звука в ухе и обработке его в мозге, изменяются от 1,5 до 20 % по второй гармонике и от 0,3 до 3 % по третьей. Получается, что если усилитель внесет в сигнал меньший уровень гармонических искажений, то эти искажения будут замаскированы собственными искажениями уха. Учитывая, что слух частично адаптируется к собственным искажениям, установим запас по уровню спектральных составляющих искажений в 10 дБ. Этот запас позволит не демаскировать искажения на низких частотах, когда гармоники попадают в область максимальной чувствительности слуха, а также обеспечить приемлемый уровень интермодуляционных искажений, к которым слух более чувствителен. Поскольку автор поставил задачу построения двухтактного усилителя (у таких усилителей в спектре искажений основная гармоника третья), то ориентиром будет служить значение 1 % искажений по третьей гармонике при уровне звукового давления около 90 дБ. Также из графика видно, что при уровнях звукового давления до 70...80 дБ усилитель не должен продуцировать высшие гармоники, начиная с седьмой.

В работах [2, 3] показано, что при замыкании цепи обратной связи происходит расширение спектра гармоник. Усилители с ламповыми триодами и полевыми транзисторами имеют передаточную функцию, близкую к линейно-параболической. Усилительный каскад на мощном полевом транзисторе при уровне искажений по второй гармонике 10 % до замыкания цепи ООС создает резко спадающий спектр. После замыкания цепи ООС получается более широкий спектр уменьшенных по уровню искажений.

В тех же работах [2, 3] представлены расчетные характеристики относительных амплитуд гармоник как функции глубины ООС, причем для расчетов была выбрана квадратичная характеристика каскада, не охваченного обратной связью. Зависимость уровня гармонических искажений такого каскада от глубины обратной связи, охватывающей каскад, представлена на **рис. 2**. Поскольку передаточные характеристики реальных усилительных элементов содержат не только квад-

Транзисторный усилитель мощности без обратной связи

К. МУСАТОВ, г. Москва

В статье предложен вариант транзисторного стереоусилителя на базе популярного в свое время среди меломанов лампового усилителя "Прибой-204" или "Прибой-104". Фактически от него используются лишь корпус, сетевой и выходные трансформаторы.

Использование компенсационного метода линеаризации характеристик усилительных каскадов и применение приборов с "встроенной" обратной связью позволило получить небольшие нелинейные искажения с гармониками низкого порядка и малое выходное сопротивление без введения внешней отрицательной обратной связи.

ратичный член в разложении, Д. Чивер провел соответствующие измерения на мощном полевом транзисторе с изолированным затвором. При глубине ООС до 5 дБ уровни гармоник от третьей до шестой мало изменялись, при большей же глубине ООС реальные значения были близки к расчетным, но всегда больше. В итоге видно, что есть существенное возрастание уровня высших гармоник при глубине ООС, часто применяемой на практике. Применение глубокой ООС (50...60 дБ) сопряжено с трудностями обеспечения устойчивости усилителя, к тому же в таких усилителях глубина ООС обычно спадает уже на звуковых частотах. Есть и другие отрицательные свойства глубокой ООС (о них ниже).

Реальный усилитель состоит не из одного каскада, а транзисторы, особенно биполярные, в некоторых схемах включения обладают гораздо более сложными передаточными функциями. Это приводит к продуцированию широкого спектра гармоник, превышающего порог заметности. Аналогичная картина и с интермодуляционными искажениями, только их математический анализ много сложнее.

Какие есть решения для создания усилителей, удовлетворяющих требованиям психоакустики?

Первое решение — создание усилителя с глубокой ООС, чтобы с помощью нее постараться подавить высшие гармоники [4, 5]. Но в неправильно спроектированных усилителях в связи с появлением на высоких частотах существенного запаздывания в цепи ООС появляются интермодуляционные и динамические искажения. Для обеспечения устойчивости первый полюс АЧХ таких усилителей с ООС часто располагают ниже 10 кГц, поэтому гармонические и интермодуляционные искажения возрастают даже в полосе рабочих частот.

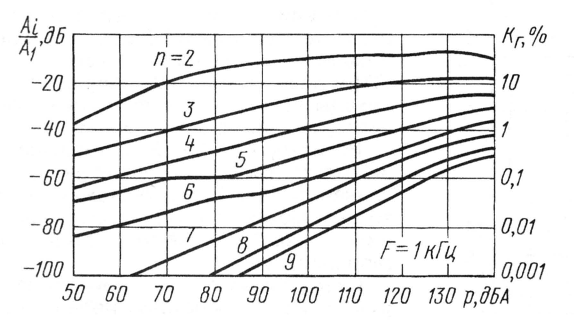


Рис. 1

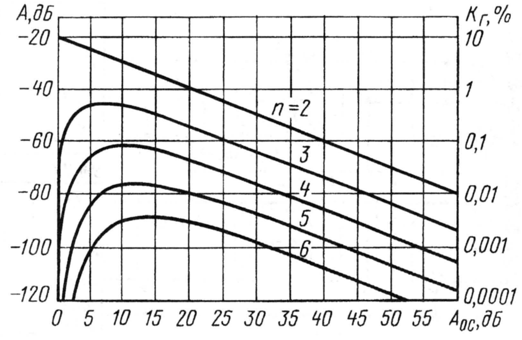


Рис. 2

Второе решение — построение усилителя без общей ООС. Для линеаризации в этом случае применяют несколько местных цепей ООС [6]. Такое решение часто применяют в профессиональной звукотехнике; оно позволяет получить широкополосное действие обратной связи и избежать негативных эффектов общей ООС. Но из-за применения ООС спектр искажений расширяется, а поскольку передаточные функции нескольких последовательно включенных каскадов перемножаются, то в многокаскадных усилителях это приводит к повышению относительного уровня высших гармоник.

Третье решение — использование усилительных каскадов без введения дополнительной ООС. Это решение часто встречается в аппаратуре Hi-End. Реализация таких усилителей сталкивается с двумя основными проблемами: подбор по линейности активных компонентов и их сопряжение между собой. До сих пор такие усилители мощности строили с применением ламп. Основные недостатки ламп — низкий срок службы и дополнительные энергетические потери на подогрев катода. Автор поставил перед собой задачу построения усилителя без применения обратных связей с использованием транзисторов.

Выбор транзисторов для выходного каскада весьма важен. Усилитель мощности нагружен громкоговорителем, который рассчитан на низкое выходное сопротивление источника сигнала. В транзисторных усилителях низкое выходное сопротивление получается за счет применения местной и (или) общей ООС. Даже если нет общей ООС, то популярный выходной каскад с истоковым или эмиттерным повторителем тоже имеет местную ООС по напряжению.

В ламповых усилителях без ООС в выходном каскаде используется триод, обладающий небольшим выходным сопротивлением, которое с помощью выходного трансформатора снижается до приемлемого уровня (2...3 Ом на нагрузку сопротивлением 8 Ом). Поиск транзисторов, обладающих похожими характеристиками, привел к классу полевых транзисторов со статической индукцией канала. Транзисторы этого типа за рубежом представлены изделиями фирмы Tokin (Япония). Есть и примеры реализации усилителей с их использованием [7]. Приобрести эти транзисторы в России сейчас не представляется возможным. Были разработаны отечественные транзисторы с аналогичной структурой: это серии КП801, КП802 и КП926. Первые две уже не производят и не продают, а последняя еще встречается в продаже. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) этого транзистора показали его близость к ламповым триодам.

С экземплярами транзисторов были проведены опыты с целью выявления режимов работы, при которых было бы возможно получить все необходимые параметры (искажения, выходное сопротивление, мощность и КПД). Оптимальные режимы работы получаются при напряжении на стоке 150...180 В и рабочем токе 100...250 мА. Хотя транзистор допускает напряжение на стоке до 450 В, у него происходит растягивание ветвей ВАХ при напряжениях более 350 В, что ограничивает напряжение рабочей точки. В полученных режимах выходное сопротивление транзистора 350...600 — Ом. Для расчета была выбрана середина оптимального участка — 165 В. Исходя из максимальной мощности рассеивания транзистора в 50 Вт и учитывая, что усилитель может оказаться без нагрузки, был выбран рабочий ток

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

в 165 мА. При этом выходное сопротивление составило около 540 Ом. Естественно, усилитель должен содержать выходной трансформатор для согласования с нагрузкой.

Максимальная мощность, которую можно снять с такого каскада в линейном режиме (с учетом ограничений по минимальному напряжению и току), равна $P_{вых} = U_{вых\ m} \cdot I_{вых\ m}/2$ = 120 В·0,13 А / 2 = =7,8 Вт, что соответствует напряжению 11,2 В на нагрузке сопротивлением 8 Ом. Таким образом, для согласования с такой нагрузкой потребуется трансформатор с коэффициентом трансформации 11,2/120 = 0,0933. Приведенное к вторичной обмотке выходное сопротивление каскада без учета потерь в трансформаторе получается $R'_{вых} = R_{вых} n^2$ = 540·0,0933² = 4,7 Ом. Это многовато, поэтому была выбрана двухтактная схема, которая позволила снизить выходное сопротивление, поднять выходную мощность и повысить линейность усилителя.

Схема и параметры усилителя

Схема соединений узлов стереофонического усилителя показана на **рис. 3**. Каждый из каналов усилителя имеет два входа: простой (X2, X4) и балансный (X1, X3). При подаче сигнала от симметричного источника надо разомкнуть контакты выключателя SA1. В усилителе регулятор громкости построен по схеме L-регулятора [8]. Это позволяет добиться снижения вносимых регулировочным резистором помех и искажений.

Схема двухкаскадного УМЗЧ показана на **рис. 4**. Для стабилизации режимов транзисторов (у усилителя нет ООС по постоянному току) он построен в виде двух дифференциальных каскадов по симметричной балансной схеме с непосредственной связью. Источники стабильного тока задают рабочие режимы каскадов по постоянному току.

Сигнал с регулятора громкости через конденсаторы C1 и C2 поступает на затворы транзисторов первого каскада. Рабочий ток первого каскада выбран равным 50 мА на транзистор. Это сделано, во-первых, для противодействия большой и нелинейной проходной емкости выходных транзисторов, во-вторых, исходя из необходимого уровня сигнала для раскачки выходного каскада и, в-третьих, для обеспечения меньших, чем в выходном каскаде, искажений.

Сопротивление резисторов R4 и R11 не одинаково, поскольку параллельно резистору R11 по переменному току включен резистор R13, через который подстроечным резистором R16 балансируют весь усилитель. В источнике стабильного тока использован СВЧ транзистор для минимизации его выходной емкости и, соответственно, независимости параметров усилителя от частоты. Конденсатор C3 фильтрует помехи, приходящие по цепи балансировки усилителя.

Источник тока во втором каскаде выполнен на полевом транзисторе VT6 с изолированным затвором. Это позволило легко реализовать плавный пуск усилителя за счет медленной зарядки конденсатора C5 в цепи регулирования тока. Цепь из стабилитрона VD1 и диода Шотки VD2 защищает переходы затвор—канал выходных транзисторов в момент включения.

Резисторы R22 и R23 предназначены для контроля тока покоя выходных транзисторов. Разность между этими токами можно контролировать внешним измерительным прибором (вольтметром).

Схема блока питания приведена на **рис. 5**. Источник питания первого каскада — общий для обоих каналов, с параллельными стабилизаторами напряжения. Это позволило уменьшить уровень помех ценой снижения КПД. Параллельные стабилизаторы питаются от источника тока на 250 мА, выполненного на транзисторе VT7 и микросхеме DA1. Блок имеет два стабилизатора: на 6 В (VT8, DA2) и на 22 В (VT9, DA3), средняя точка которых соединена с общим проводом.

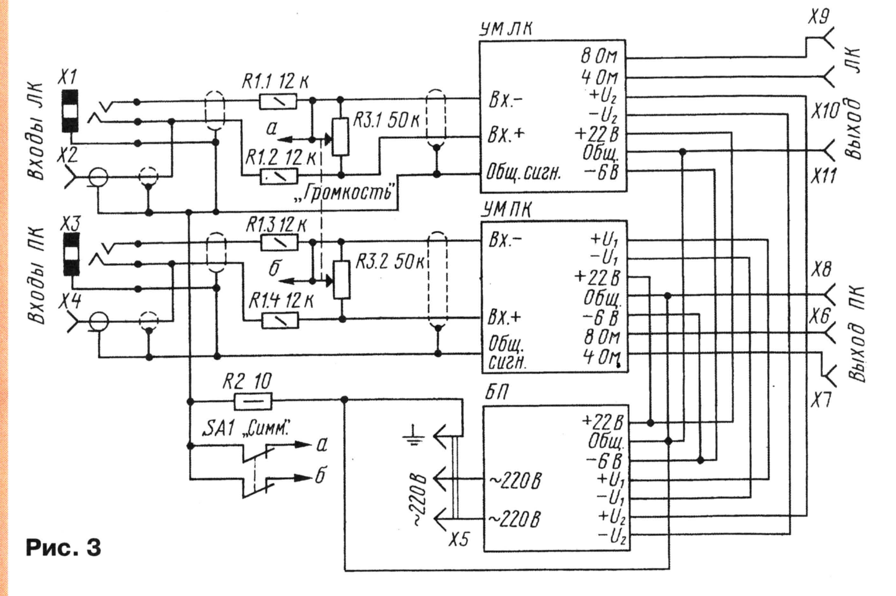


Рис. 3

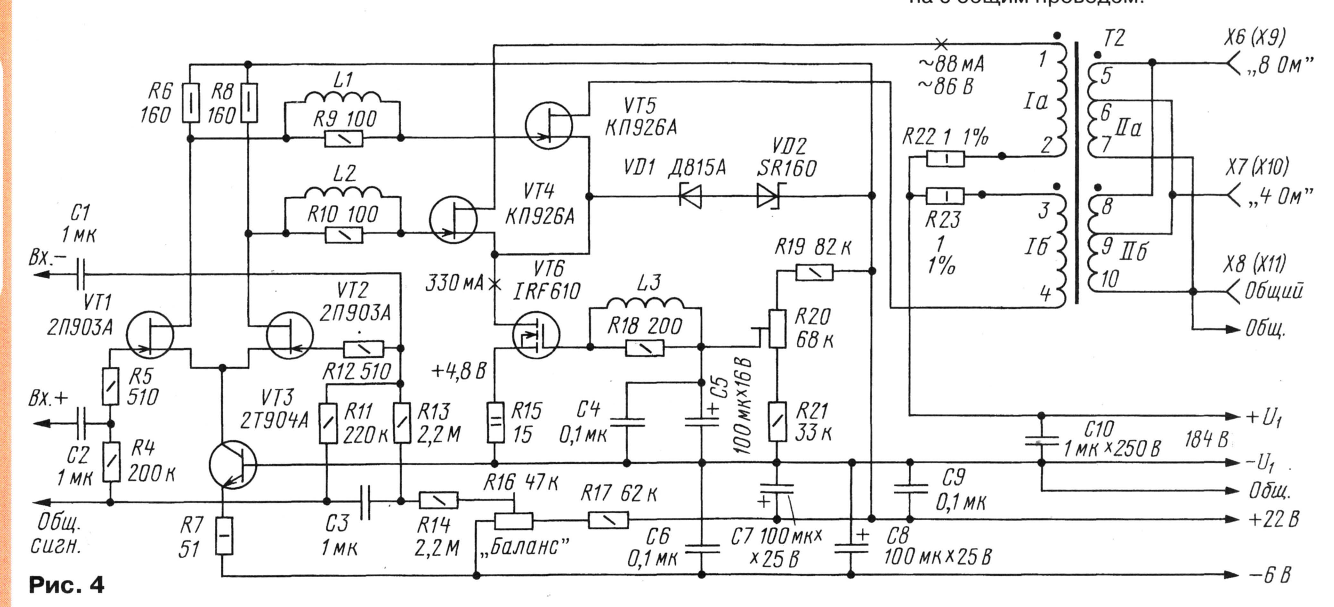


Рис. 4

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

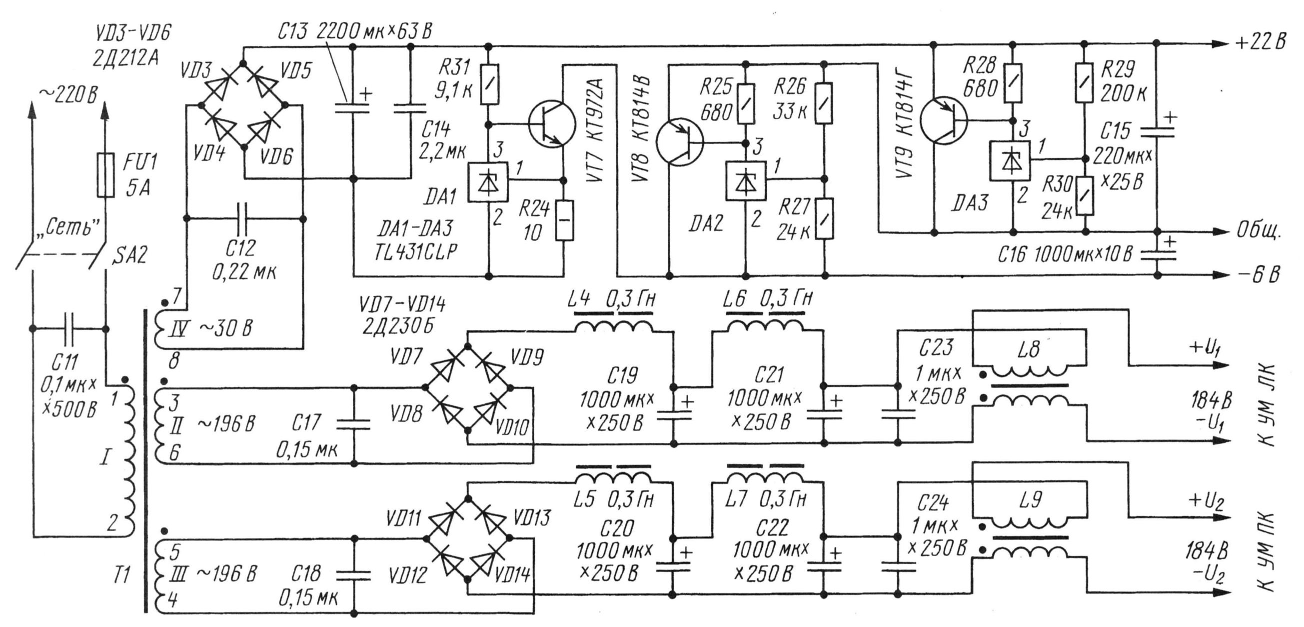


Рис. 5

Параметр	Значение	Примечание
Полоса воспроизводимых частот по уровню −3 дБ, Гц	2…60000	На нагрузке 6…8 Ом
	2…20000	На нагрузке 4 Ом
Неравномерность в диапазоне частот 20…20000 Гц, дБ	0,5	На нагрузке 6…8 Ом
Выходная мощность на нагрузке сопротивлением 5,5 Ом, Вт	20	При коэффициенте гармоник 5 %
	15	При коэффициенте гармоник 3 %
	5	При коэффициенте гармоник 1 %
Отношение сигнал/шум, дБ	96	При выходной мощности 15 Вт
	106	Регулятор громкости замкнут
Входная емкость, пФ	110	Регулятор громкости замкнут
Чувствительность, мВ	200…250	При выходной мощности 5 Вт
Вых. сопротивление, Ом	2,5…3	По выходу на нагрузку 8 Ом
Коэффициент подавления синфазного сигнала, дБ	36	Зависит от подбора входных транзисторов. SA1 разомкнут

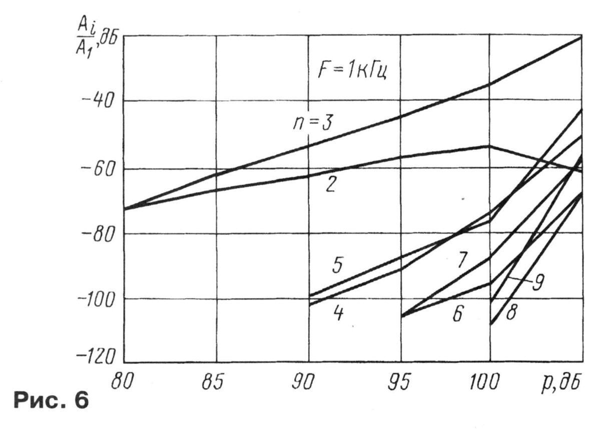


Рис. 6

Для вторых каскадов УМЗЧ выпрямители раздельны. Каждый из фильтров в цепи питания выходного каскада построен на двух Г-образных LC-звеньях, что обеспечивает очень низкий уровень пульсаций выходного напряжения (не более 10 мВ). Требования к пульсациям столь высоки, поскольку пульсации создают кросс-модуляционные искажения. На выходах мощных выпрямителей включены дополнительные ВЧ дроссели (L8, L9) с магнитопроводом из альсифера, они подавляют высокочастотные помехи, проходящие через низкочастотные дроссели.

Основные параметры усилителя сведены в **таблице**.

Зависимость амплитуды гармоник от уровня сигнала представлена на **рис. 6**. Для совместимости результатов измерения с графиком на рис. 1 выходная мощность пересчитана в звуковое давление (горизонтальная ось) из расчета, что при подаче мощности, равной 1 Вт на канал, в средней по площади комнате будет получено звуковое давление около 90 дБ. При таких условиях усилитель выполняет требования по спектральному составу искажений вплоть до звукового давления 102 дБ. Во всех проведенных измерениях уровень интермодуляционных искажений был равен или меньше уровня гармонических искажений для одинакового уровня сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Harry F. Olson**. Physics and Engineering. — Dover Publications, 1966, ISBN: 0486217698.

2. **Daniel H. Cheever**. A new methodology for audio frequency power amplifier testing based on psychoacoustic data that better correlates with sound quality, 1989. <**http://altor.sytes.net/cheever.pdf**>.

3. **Baxandall P. J.** Audio power amplifier design. — Wireless World, december 1978, p. 53—56.

4. **Акулиничев И.** УМЗЧ с широкополосной ООС. — Радио, 1989, № 10, с. 56—58.

5. **Агеев С.** Сверхлинейный УМЗЧ с глубокой ООС. — Радио, 1999, № 11, с. 13—16.

6. **Орлов А.** УМЗЧ с симметричным входом без общей ООС. — Радио, 2002, № 4, с. 12—14.

7. SIT P-P 60W+60W Power Amplifier. — <**http://www.ne.jp/asahi/evo/amp/SIT/page1.htm**>.

8. **Белканов А.** Сиди себе, регулируй… L-аттенюатор. — Вестник А.Р.А., 1999, № 1.

(Окончание следует)

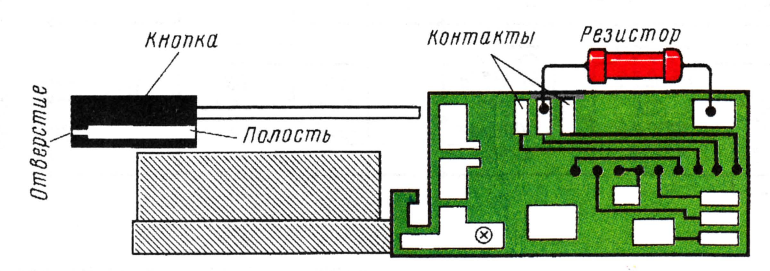
Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

Индикатор направления движения ленты в автомагнитоле

М. ХАМАТДИНОВ, г. Сатка, Челябинская обл.

В недорогих моделях автомагнитол с реверсом (в дальнейшем АМ) отсутствует индикатор направления движения ленты, что вызывает неудобства при перемотке ленты. Предлагаю вариант доработки на примере АМ "SONASHI".



После вскрытия верхней крышки следует осмотреть плату переключателя лентопротяжного механизма (в дальнейшем ЛПМ). Там можно увидеть три неиспользованные контактные площадки в верхней части платы (см. **рисунок**). Это выводы переключающей контактной группы, которая в дорогих моделях АМ как раз и используется для индикатора направления движения ленты. С помощью омметра или лампочки с батарейкой определяем, какие контакты замыкаются в том или ином режиме работы ЛПМ. Попадаются экземпляры ЛПМ с иным расположением и использованием контактов, но принцип работы тот же.

Затем приступаем к установке индикатора в кнопках переключателей перемотки. Во внутренней части кнопки есть полость прямоугольного сечения, в которую помещается светодиод серии КИП. Снимаем кнопку и сверлим отверстие со стороны полости на лицевую часть. При желании, с помощью тонкого надфиля или нагретого стержня треугольного сечения можно придать отверстию форму стрелки соответствующего направления. Такую же операцию следует проделать и со второй кнопкой. Светодиоды с напаянными гибкими проводами устанавливают в полости и фиксируют парафином, клеем "Момент" или герметиком. Кнопки устанавливают на соответствующие места.

На плату ЛПМ, на среднюю контактную площадку, подать напряжение +12 В через резистор сопротивлением не менее 750 Ом. Аноды светодиодов припаять к соответствующим контактным площадкам платы. Катоды светодиодов соединить вместе и припаять их на площадку минусовой полярности напряжения. При отсутствии миниатюрных светодиодов серии КИП можно попытаться обточить напильником до нужного размера светодиоды других типов.

Доработанные таким образом кнопки легче искать в темноте; для перемотки ленты к концу музыкального фрагмента нажимать на подсвеченную кнопку, а к началу — на соседнюю.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

Устройство поддержания нуля на выходе УМЗЧ

В. ЖУКОВСКИЙ, г. Красноармейск Донецкой обл., Украина

В статье рассмотрены вопросы стабилизации режима в УМЗЧ с интегратором в цепи ООС.

Поддержание нулевого значения постоянного напряжения на выходе УМЗЧ с симметричным двухполярным питанием необходимо для минимизации нелинейных искажений и исключения протекания постоянного тока выходного каскада через нагрузку без разделительного конденсатора. Невыполнение этого условия приводит к асимметрии тока мощных транзисторов и смещению звуковой катушки головки НЧ.

При повторении УМЗЧ [1] обратило на себя внимание устройство поддержания "нуля" на выходе усилителя. При указанных на схеме номиналах деталей и точки приложения получаемого управляющего напряжения обнаруживались небольшие отклонения постоянного напряжения на выходе под действием сигналов низких частот. Анализ устройства стабилизации режима по постоянному напряжению (УСР) показало следующее.

Основной цепью ФНЧ в цепи ООС по постоянному току являются элементы R30 и C17 (**рис. 1**). Именно они задают частоту среза:

$F_{ср} = 1/(2\pi R30C17) = 1/(6{,}28\cdot10^5\cdot10^{-6}) = 1{,}59$ Гц.

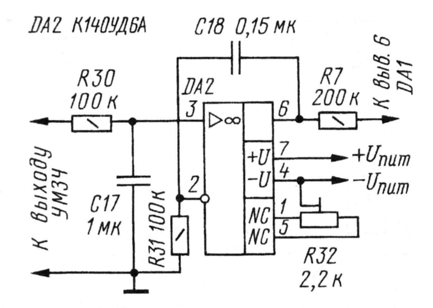


Рис. 1

Это частота, на которой коэффициент передачи ФНЧ падает на 3 дБ, или на 30 %, по отношению к коэффициенту передачи на постоянном токе. Далее с ростом частоты АЧХ фильтра имеет спад с наклоном 20 дБ на декаду; проще говоря, уменьшение выходного напряжения в 10 раз при увеличении частоты в 10 раз. Что же касается расположенной на рис. 1 правее конденсатора C17 части схемы этого ФНЧ (неинвертирующего интегратора), то на частотах 16...20 Гц ОУ работает практически как повторитель. Как мы увидим в дальнейшем, это важно.

Полоса этого УМЗЧ достаточно далеко расширена вниз: по уровню −0,5 дБ она ограничена частотой 5 Гц и наличие низших частот в указанной полосе в усилителе не ограничено. Тут начинается самое интересное. На частоте 16 Гц (на порядок выше частоты среза 1,59 Гц) коэффициент передачи фильтра примерно равен 0,1. Поэтому при полной амплитуде сигнала ($U_{с\,амп}$ = 40 В) на этой частоте напряжение на инвертирующем входе ОУ DA2 достигает 4 В. Это напряжение можно увидеть с помощью осциллографа на выводе 6 ОУ DA2. Через резистор R7 вместе с постоянной составляющей оно прикладывается к выводу 6 ОУ DA1 (см. схему УМЗЧ на рис. 1 в [1]).

В результате возникает интересная коллизия, поясняемая фрагментом схемы ОУ, показанной на **рис. 2**. Как указано в [2], потенциал точки вывода 6 ОУ DA1 ниже потенциала вывода 5 на два перепада напряжения на p-n переходах. Это эмиттерные переходы интегральных транзисторов VT3, VT4 (нумерация условная).

В то же время выходное напряжение ОУ не способно превысить уровень $|U_{пит}|$−1,2 В, так как в его выходном каскаде применен составной эмиттерный повторитель на VT5, VT6. При неблагоприятном сочетании в УМЗЧ отклонений напряжения $U_{БЭ}$ VT7, VT9, напряжения смещения ОУ К574УД1 (DA1) и номиналов R17, R18 (см. рис. 1 в [1]) для поддержания нулевого потенциала на выходе УМЗЧ может потребоваться корректирующее напряжение на выходе УСР, равное напряжению на базе интегрального транзистора VT3 (рис. 2). При этом 4 В амплитуды напряжения на выходе УСР будут неизбежно ограничены по отрицательной полуволне и через R7 поданы на базу VT3 микросхемы. В нормальном режиме напряжение сигнала в этой точке не превышает 0,5...1 мВ относительно −15 В. Петлевое усиление не помогает, так как помехи и искажения подавляются тем больше, чем выше усиление каскадов между входом УМЗЧ и точкой возникновения помех. В данном случае с помехой "борются" транзисторы VT1, VT2 дифференциального каскада ОУ. Его возможности при токе стока по 0,4...0,5 мА намного превышают возможности цепи коррекции, создающей ток 0,02 мА. Именно это обусловило применение резистора R44 в [2].

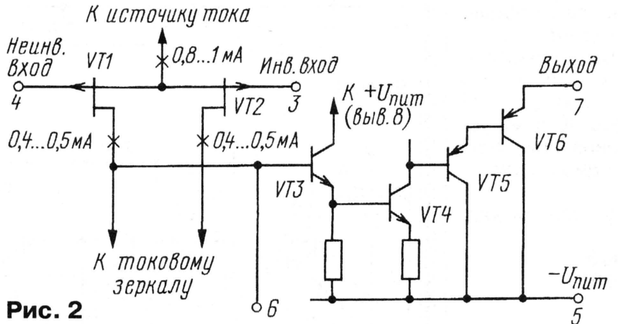


Рис. 2

Для уже собранного УМЗЧ ВВ эффективно увеличение номиналов цепи R30C17 в 10 раз и включение пары кремниевых диодов в прямом включении последовательно с резистором R7 в качестве устройства сдвига уровня.

Для вновь изготавливаемого УМЗЧ целесообразнее применить иную схему УСР, показанную на **рис. 3**. Здесь элементы DA1, R3, C1, R5 включены по схеме активного интегратора на ОУ. При наихудших условиях — амплитуда сигнала $U_{с\,амп}$ = 40 В с частотой f = 16 Гц — на выходе DA1 оказывается не более 9 мВ переменной составляющей. ОУ DA2 суммирует падение напряжения на проводе кабеля (от УМЗЧ к громкоговорителю BA1) и постоянное напряжение с выхода DA1 и передает полученный результат на инвертирующий вход УМЗЧ. Так замыкается петля ООС по постоянному току. Отношение $e_{см}/\Delta i_{вх}$ для ОУ DA1, равное 50 мВ/0,2 нА, соответствует сопротивлению 250 МОм. Это позволяет увеличить сопротивление резистора R3, уменьшая переменную составляющую на выходе DA1. Диоды VD1—VD4 — защитные.

Налаживание УСР проводят в следующем порядке. Отключают резистор R4 от цепи R1. Подстроечным резистором по штатной для операционного усилителя схеме, примененного в УМЗЧ, устанавливают напряжение на выходе УМЗЧ равным нулю; это "грубая" настройка. При точной подстройке следует обратно подключить резистор R4 к R1; по штатной для примененного ОУ схеме (DA1) точно устанавливают нулевой потенциал на выходе УМЗЧ.

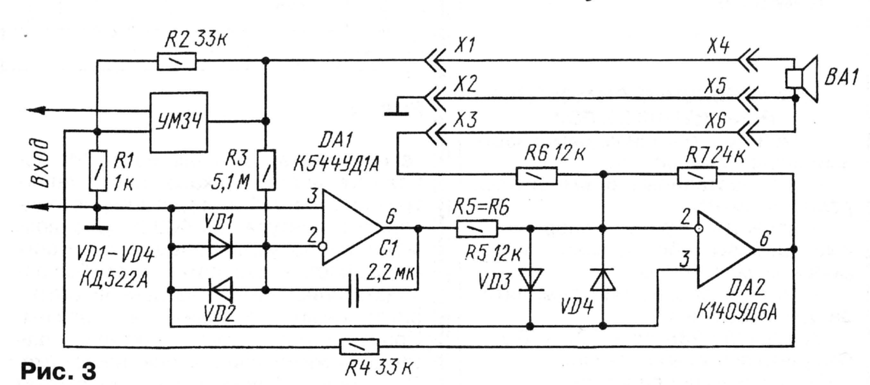


Рис. 3

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

УСР возможно настроить и по-другому. При сборке платы подстроечный резистор смещения нуля DA1 не устанавливают. Сначала регулировкой УМЗЧ следует добиться близкого к нулю напряжения на выходе DA1. Далее установить резистор смещения нуля DA1 и подстроить до получения нулевого значения напряжения на выходе УМЗЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сухов Н.** УМЗЧ высокой верности. — Радио, 1989, № 6, с. 55—57; № 7, с. 57—61.

2. **Ридико Л.** УМЗЧ ВВ на современной элементной базе. — Радио хобби, 2001, № 5, с. 52—57.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

***От редакции**. В качестве VD1—VD4 лучше использовать p-n переходы затвор—канал (сток и исток соединены) маломощных полевых транзисторов, имеющих меньшую начальную проводимость в сравнении с диодами и не подверженных фотоэффекту. Рекомендуемый тип — КП307 с любым буквенным индексом.*

Радиотракт СВ приемника прямого усиления

Л. МАТВЕЕВ, г. Чебоксары

Приемники прямого усиления, от которых совершенно отказалась промышленность из-за сложности их настройки, продолжают привлекать внимание радиолюбителей хорошим качеством приема, малым уровнем шума, отсутствием интерференционных свистов и ложных настроек, чем, увы, грешат супергетеродины. Автор публикуемой статьи предложил оригинальный УРЧ на полевых транзисторах, где последние усиливают лишь ток, а напряжение повышают автотрансформаторы. Такое решение позволило построить двух- трехкаскадные резонансные УРЧ, не склонные к самовозбуждению. Представляется, что предложенные радиотракты СВ приемников прямого усиления при тщательной настройке мало уступают супергетеродинным.

Экспериментируя с автодинным синхронным приемником, описание которого опубликовано в [1], удалось его несколько модернизировать и улучшить. На **рис. 1** приведена модифицированная схема радиочастотного тракта приемника. Добавление в УРЧ дополнительного каскада на полевом транзисторе VT1 и второго перестраиваемого контура L3C4C2.2 дало возможность получить повышенную чувствительность и избирательность без захода в описанный в названной статье синхронный автодинный режим. При этом отсутствуют характерные для этого режима свисты при настройке. Приемник ("карманного" формата) с УРЧ, показанным на рис. 1, с магнитной антенной длиной 95 мм и УЗЧ, аналогичным приведенному в вышеназванной работе, в вечерние и ранние утренние часы принимал станции, удаленные на сотни километров.

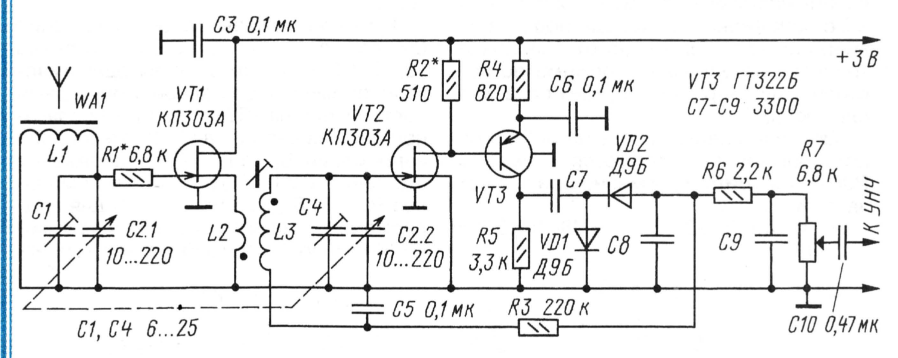


Рис. 1

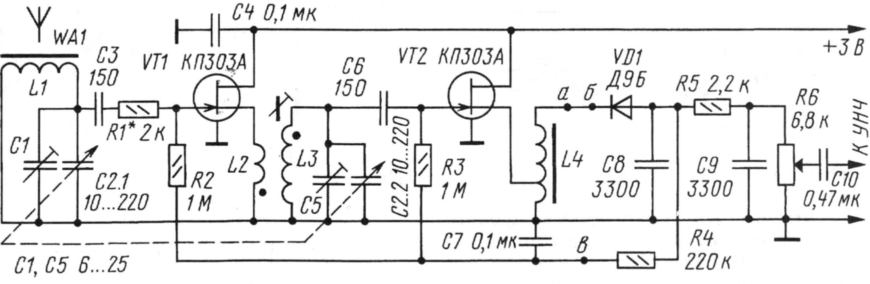


Рис. 2

Местная СВ станция (примерно 10...15 км от места приема) прослушивалась лишь на небольшом участке диапазона. Ранее автором было собрано и испытано несколько вариантов приемников с одноконтурными УРЧ повышенной чувствительности по схемам из журнала "Радио". Местная СВ станция прослушивалась на них практически по всему диапазону и весьма затрудняла поиск удаленных станций. Только точно настроившись на альтернативную станцию, удавалось избавиться от помех, создаваемых местной станцией. В предлагаемой конструкции за счет введения второго контура этот недостаток в значительной мере преодолен.

Каскад на транзисторе VT1, включенном по схеме с общим стоком, является усилителем не напряжения, а мощности. Низкое выходное сопротивление каскада на транзисторе VT1 и высокое входное сопротивление каскада на

транзисторе VT2 позволяет повысить напряжение ВЧ сигнала на затворе транзистора VT2, выбрав соотношение числа витков катушек L2 и L3 примерно 1/10 (повышающий трансформатор). Подключение к катушке L3 второй секции КПЕ превращает вторичную обмотку трансформатора в резонансный перестраиваемый контур, что еще более повышает сигнал выбранной станции и, главное, значительно ослабляет сигналы соседних мешающих станций.

Некоторые дополнительные изменения в схеме исходного УРЧ объясняются желанием снизить напряжение питания до стандартных ныне 2...3 В, а также использовать возможно большее количество деталей от старых, отслуживших свой срок радиоприемников. Система АРУ управляет усилением только второго и третьего каскадов УРЧ, она такая же, как в приемнике-прототипе [1].

Катушка магнитной антенны УРЧ L1 намотана на плоском стержне из феррита 400НН длиной 90...100 мм. Она содержит 65 витков литцендрата ЛЭШО 21×0,07. Можно применить литцендрат другой марки, в том числе и самодельный. Конденсатор С2 емкостью 10...220 пФ — сдвоенный малогабаритный от приемника "Селга-402". От этого же приемника использован переменный резистор с выключателем питания R7, подстроечные конденсаторы С1, С4. Катушка второго контура намотана на каркасе контура ПЧ того же приемника (пластмассовый каркас диаметром 4 мм с подстроечником из феррита диаметром 2,8 мм, помещенный в "юбку" из феррита). Обмотка катушки L3 содержит 195 витков провода ПЭЛ 0,11 (можно ПЭЛ, ПЭВ-2 0,1...0,12). Обмотка катушки L2 наматывается поверх обмотки L3 и содержит 18 витков провода ПЭЛШО 0,1 (можно ПЭЛ, ПЭВ-2 0,1—0,12). Испытывались и каркасы от контуров ПЧ приемника "Альпинист-407". Данные катушек те же. Остальные конденсаторы керамические. Резисторы МЛТ. Транзисторы VT1, VT2 можно заменить на КП303Б, транзистор VT3 — на ГТ309, П416, П422 с любыми буквенными индексами и на другие германиевые высокочастотные транзисторы. Диоды VD1, VD2 могут быть серий Д2, Д9, Д18, Д20, Д311 с любыми буквенными индексами.

При налаживании УРЧ следует обратить внимание на правильность подключения выводов обмоток катушек L2 и L3. При неправильном подключении усилитель самовозбуждается на высокочастотном краю диапазона. Возбуждение на низкочастотном краю диапазона удается подавить включением резистора с сопротивлением 50...100 Ом между эмиттером транзистора VT3 и общей точкой резистора R4 и конденсатора С6 (такая необходимость может возникнуть при макетировании или при неудачном монтаже). Чтобы установить режим транзистора VT3, необходимо вынуть стержень из катушки L1 и заблокировать резистор R5 керамическим конденсатором емкостью 0,05—0,1 мкФ. Этим устраняют ВЧ сигналы из радиотракта. Подбором резистора R2 следует установить на коллекторе транзистора VT3 напряжение 1,3...1,5 В относительно общего провода.

Затем надо снять блокирующий конденсатор, вернуть на место стержень магнитной антенны и настроиться на местную, мощную станцию. Вращением подстроечника катушек L2, L3 следует добиться максимальной громкости приема. Дальнейшую настройку необходимо вести в вечернее время, когда улучшается прохождение радиоволн в СВ диапазоне. Сначала надо настроить приемник на слабо слышимую станцию на низкочастотном краю диапазона. Вращением подстроечника катушки L3 и перемещением по стержню катушки L1 следует добиться максимальной громкости приема. Затем надо настроить приемник на слабо слышимую станцию на высокочастотном краю диапазона. Подстроечными конденсаторами С1 и С4 опять надо добиться максимальной громкости приема. Процедуру настройки контуров желательно повторить несколько раз. Этим достигают точного сопряжения настроек контуров во всем диапазоне СВ.

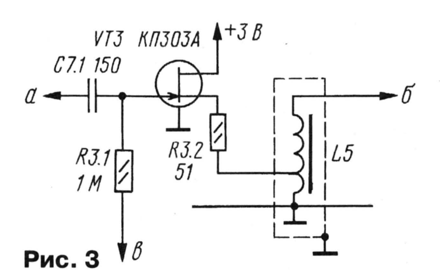


Рис. 3

Усилитель подключен к источнику питания непосредственно, без обычного развязывающего низкооомного резистора. При достаточно большой емкости оксидного конденсатора (около 470 мкФ) в УЗЧ, шунтирующего батарею питания, проблем с самовозбуждением не возникает.

УРЧ можно собрать и на одних полевых транзисторах. На **рис. 2** приведена схема двухкаскадного УРЧ. Режимы работы транзисторов в этом варианте усилителя подгонять не нужно, важно лишь установить транзисторы, имеющие небольшой ток стока при нулевом смещении на затворе, например, КП303А или КП303Б. При настройке можно обойтись даже без авометра, достаточно иметь лишь отвертку и паяльник. Избирательность приемника с таким УРЧ примерно такая же, что и у приемника, описанного выше. Чувствительность его несколько ниже. Но чувствительность удается повысить, увеличив длину стержня магнитной антенны. При использовании стержня от приемника "Альпинист-407" длиной 200 мм и диаметром 10 мм число витков катушки L1 уменьшают до 40. Для автотрансформатора L4 можно использовать такой же каркас, что и для катушек L2 и L3 в УРЧ по схеме рис. 1. Но лучше его намотать на кольце из феррита с магнитной проницаемостью 400...1000 и диаметром около 10 мм (подойдет, например, "юбка" контура ПЧ перечисленных выше приемников). Автотрансформатор содержит 280 витков провода ПЭЛШО 0,1. Отвод делают от 70-го витка, считая от вывода, соединенного с общим проводом. Каркас для намотки катушек L2, L3 и числа их витков такие же, как и у приемника по схеме рис. 1. Методика настройки контуров также остается прежней. Правильная фазировка обмоток катушек L2 и L3 обязательна.

Для любителей поэкспериментировать можно предложить вариант УРЧ на трех полевых транзисторах. На **рис. 3** показана схема дополнительного каскада на транзисторе VT3. Он включается между точками а и б в схеме, изображенной на рис. 2. Автотрансформатор L5 наматывают на кольце из феррита с внешним диаметром 10 мм и магнитной проницаемостью 400...1000. Число витков 280 с отводом от 70-витка, считая от вывода, соединенного с общим проводом. Провод ПЭЛШО-0,1. Автотрансформатор L4 в этом варианте содержит 350 витков провода ПЭЛШО 0,1 с отводом от 70-го витка. Кольцо такое же. Данные катушек L1, L2, L3 такие же, как и в первом варианте. Длина магнитной антенны 90—100 мм. Методика настройки контуров описана выше. Характеристики усилителя примерно те же, как и в первом варианте.

В заключение следует заметить следующее. Уменьшая номинал резистора R1 во всех вариантах усилителя, можно повысить громкость приема слабых станций, но вероятность самовозбуждения возрастет. При подключении вышеописанных усилителей к УНЧ с низким входным сопротивлением емкость конденсатора С10, возможно, придется увеличить.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В.** Автодинный синхронный приемник. — Радио, 1994, № 3, с. 10—13.

2. **Поляков В.** Рамочная средневолновая антенна. — Радио, 1994, № 1, с. 19, 20.

3. **Поляков В.** Средневолновый приемник прямого усиления: Сб.: "В помощь радиолюбителю", вып. 95, с. 41—51. — М.: ДОСААФ, 1986.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

E-mail:receiver@radio.ru
тел. 207-88-18

НОВОСТИ ЭФИРА

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва
комментатор радиовещательной компании "Голос России"

РОССИЯ

МОСКВА. Всемирная Русская служба "Голоса России" перешла на "беспленочную" (цифровую) технологию вещания, отказавшись от использования магнитных лент.

МОСКВА. Министерство информационных технологий и связи РФ, Федеральное космическое агентство, ФГУП "Космическая связь" и НПО прикладной механики им. академика Решетнева подписали в Москве государственный контракт на поставку космических аппаратов связи "Экспресс-АМ33" и "Экспресс-АМ44". В рамках контракта ФГУП "Космическая связь" подписало договор с французской компанией "Alcatel" о поставке модулей полезной нагрузки к космическим аппаратам "Экспресс-АМ33" и "Экспресс-АМ44". С помощью новых спутников Минсвязи надеется обеспечить всех жителей страны надежной связью и телетрансляциями.

Кроме того, с помощью космических технологий в России планируют развивать спутниковое радиовещание.

МОСКВА. Генеральный директор ФГУП "Российская телевизионная и радиовещательная сеть" (РТРС) Геннадий Скляр пообещал, что через два года телевещание в Москве станет цифровым. Он добавил, что в 2007 г. на территории Останкинской телебашни будет открыт новый телекоммуникационный центр. Согласно контракту, РТРС получит 20 процентов площади центра, которую намеревается использовать для развития Останкинской телебашни и в туристических целях.

КАЛИНИНГРАД. Здесь, на частоте 102,9 МГц, начало вещание московское "Love-радио".

КИРОВСКАЯ ОБЛ. Право эфирного вещания в г. Киров на частоте 21 ТВК получила компания "Открытие". В качестве сетевого партнера она выбрала первый познавательный телеканал в России "Rambler Телесеть". Отныне канал будет доступен всем зрителям в Кирове и его окрестностях в радиусе 30 км (мощность передатчика 1 кВт). До настоящего времени "Rambler Телесеть" там могли смотреть только пользователи кабельной сети (около тысячи человек). Теперь же его аудитория вырастет более чем в 500 раз (численность населения в одном только Кирове составляет 480 тысяч человек). Телеканал представит кировчанам уникальную для российского телерынка концепцию познавательного телевидения. "Rambler ТелеСеть" освещает такие важные сферы жизни, как развитие науки и техники, изменения в области медицины, вопросы истории и культуры.

МАГНИТОГОРСК. В эфире этого города на частоте 103,0 МГц зазвучали позывные радиостанции "Динамит-FM". Это результат сотрудничества московской станции с ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат". В планах "Динамита" — массовые молодежные мероприятия и расширение зоны вещания.

ТАТАРСТАН. Радиостанция "Наше время на Милицейской волне" начала вещание в г. Казани на частоте 106,3 МГц, мощность передатчика — 500 Вт.

ЧЕЧНЯ. В г. Грозный началось строительство нового современного радиотелевизионного передающего центра. Сдать объект планируется в конце 2005 г. Как сообщили в пресс-службе правительства Чечни, средства на строительство выделила Всероссийская государственная телерадиокомпания. Центр будет обслуживать ретрансляционные станции в 15-ти районах Чечни. С вводом в эксплуатацию объекта число этих станций будет увеличено еще на 8, что позволит значительно расширить зону распространения телерадиосигнала. Передачи чеченского телевидения и радио станут доступны и жителям соседних регионов.

ЧУВАШИЯ. Радиостанция "Авторадио" начала вещание в г. Чебоксары на частоте 101,5 МГц.

РОССИЯ/ТАДЖИКИСТАН

В г. Душанбе, на частоте 103,0 МГц, началась ретрансляция "Русского радио" из Москвы.

МЕЖДУНАРОДНОЕ ВЕЩАНИЕ

29 сентября Всемирная радиосеть ("World Radio Network") возобновила трансляции через спутник "Hot Bird 6" (в цифровом формате) и в Интернете (по адресу <**www.wrn.ru**>). К сожалению, она до сих пор не может выйти в эфир в Москве, несмотря на имеющуюся лицензию. Подробное расписание передач опубликовано также на сайте <**www.wrn.ru**>. Программа включает ретрансляцию многих международных русскоязычных радиостанций, среди которых — "Радио Прага", "Интеррадио Румынии", "Польское радио", "Международное радио Китая", "Радио Грузия" и другие.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

БОЛИВИЯ. Местная радиостанция "Муниципаль" появилась на частоте 4845 кГц. На этой частоте ранее работала радиостанция "Фидес".

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Петер Зенгер, председатель Международного консорциума цифрового радиовещания DRM (Digital Radio Mondiale) выступил с предупреждением о том, что планы по предоставлению интернет-связи через линии электропередачи и электропроводку могут уничтожить активно развивающееся сейчас радиовещание в стандарте DRM. У этого стандарта есть потенциал, чтобы поставлять звук в отдаленные области, куда не дойдут сигналы УКВ ЧМ радиостанций и цифровых станций стандарта DAB. Каналы в новом стандарте уже имеют многие крупные радиостанции, включая московский "Голос России", а также "Би-би-си", "Немецкая волна" и ряд других компаний в разных странах мира. Многие вещатели планируют открытие таких станций. Однако все может закончиться, если интернет-индустрия в массовом порядке начнет передачу своих данных по электрическим силовым сетям, в отношении чего есть большие планы. Дело в интенсивных радиопомехах, которые новая интернет-система будет оказывать на сигналы DRM. Похоже, что к имеющимся у DRM организационным проблемам добавилась еще одна.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Британская компания "Reciva" выпустила радиоприемник, который принимает не обычный радиоэфир, а интернет-коммуникации. Аппарат имеет беспроводный Wi-Fi порт и автоматически связывается с Сетью, предоставляя владельцу выбор из тысяч радиостанций, ведущих вещание через Интернет, что намного больше, чем при других видах вещания. Главное удобство — для прослушивания не нужен компьютер, а небольшой радиоприемник можно разместить где угодно или взять с собой туда, где можно "дотянуться" до Wi-Fi. Если станция поддерживает этот сервис, радио может транслировать не только прямой эфир, но и запись из картотеки станции — по заказу. Приемник может работать в самых разных форматах: Real, Windows Media, MP3 или Ogg Vorbis. Некоторые эксперты полагают, что устройство, которое "отделяет" интернет-радио от компьютера, должно иметь серьезный успех на рынке. Другие сомневаются в этом. Перспектива серийного выпуска новинки пока неясна. Компания "Reciva" лишь рассматривает этот вопрос и мечтает заручиться поддержкой какого-нибудь крупного производителя бытовой электроники.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Радиолюбителям в этой стране может быть позволено использование дополнительной полосы частот в диапазоне 7100...7200 кГц. Этот участок будет предложен для использования на вторичной основе. Преимущественно он предназначен для вещательных станций. В настоящий момент в Европе для радиолюбительской связи выделен участок 7000...7100 кГц, в то время как, например, в США радиолюбители могут пользоваться диапазоном от 7000 до 7300 кГц.

ГЕРМАНИЯ. 19 октября радиостанция "Sudwestrundfunk" закрыла КВ вещание на частотах 6030 и 7265 кГц с целью сокращения расходов. КВ передачи заменены трансляциями через Интернет и спутник. История закрываемых КВ передатчиков достаточно богатая: передатчик в Мюлакере на частоте 6030 кГц работал с 1947 г., а на частоте 7265 кГц из Рордорфа вещание велось с 1964 г.

С начала нового (зимнего) вещательного сезона радиостанция "Mission Friedensstimme" для передач на русском языке использует следующие частоты: с 12.00 до 12.30 — 11840 кГц; с 16.00 до 16.30 — 9815 кГц. Трансляции ведутся только по субботам.

ИЗРАИЛЬ/ПАЛЕСТИНА. Начала вещание совместная палестино-израильская интернет-радиостанция "All for Peace". Передачи — информационные, аналитические, культурные и музыкальные — готовит объединенная редакция, в которую входят израильские и палестинские журналисты. Вещание ведется на трех языках: арабском, английском и иврите. В скором времени "All for Peace" надеется получить разрешение и на обычное эфирное вещание.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

Редактор — В. Поляков

РАДИОПРИЕМ

E-mail: dx-bc@radio.ru
тел. 207-88-18

Универсальный логический пробник

Л. МОРОХИН, с. Макарово Московской обл.

Логические микросхемы малой и средней степени интеграции находят широкое применение в радиолюбительских конструкциях. Для облегчения наладки и ремонта цифровых и логических устройств предлагается универсальный пробник для оценки логических уровней напряжения на выводах микросхем.

Описываемое устройство предназначено для определения состояний входов и выходов микросхем логики ТТЛ и КМОП в устройствах с напряжением питания 5...15 В, соотносимых с уровнями лог. 0 и 1. Питание логического пробника производится от источника питания исследуемого устройства, при этом максимальный потребляемый ток при напряжении 15 В не превышает 50 мА. Индикация состояний производится семисегментным цифровым индикатором. Пробник имеет защиту от подачи напряжения питания обратной полярности.

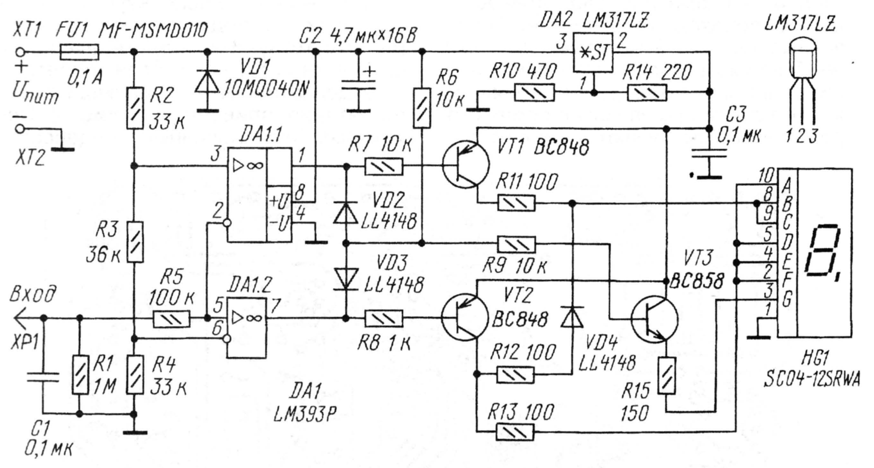


Рис. 1

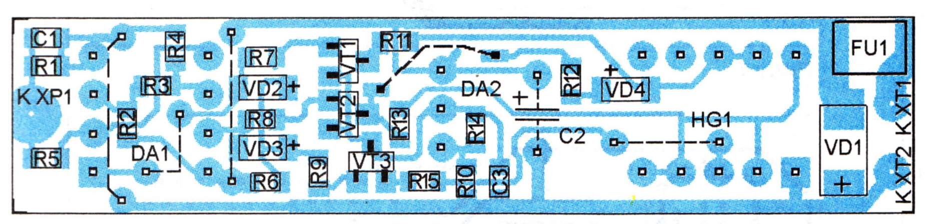


Рис. 2

Уровни напряжения ниже 30 % напряжения питания проверяемого устройства пробник идентифицирует как лог. 0, а уровни более 70 % — как лог. 1. Если уровень входного напряжения попадает в интервал 30...70 %, то неопределенное состояние на цифровом индикаторе высвечивается знаком "–" (сегмент G). Возможна установка иных интервалов соответствия уровням лог. 0 и 1 подбором порогов переключения индикатора.

Основа устройства, схема которого показана на **рис. 1**, — сдвоенный компаратор напряжения LM393P (DA1), на котором построен двухпороговый компаратор. Делитель напряжения питания, собранный на резисторах R2—R4, задает уровни срабатывания компараторов DA1.1 и DA1.2.

Если входное напряжение, поступающее с щупа XP1, попадает в диапазон лог. 0, то на выходе компаратора DA1.2 действует напряжение, близкое к нулю. Это приводит к открыванию транзистора VT2, который подает напряжение на сегменты индикации "0". Цепь R12VD4 подает в этом случае напряжение для подсветки сегментов B и C индикатора и обеспечивает развязку от транзистора VT1. При входном напряжении, соответствующем лог. 1, сработавший компаратор DA1.1 приводит к открыванию транзистора VT1, который подает питание на сегменты B и C, соответствующие индикации "1".

Если же входное напряжение лежит в зоне неопределенности, то оба компаратора имеют на выходе напряжение, близкое к напряжению питания, и транзисторы VT1, VT2 оказываются закрытыми. В этом случае логический элемент И на диодах VD2, VD3 открывает транзистор VT3 эмиттерного повторителя, обеспечивая индикацию состояния неопределенности сегментом G индикатора HG1.

Чтобы яркость индикатора логического пробника оставалась постоянной, используется интегральный регулируемый стабилизатор на микросхеме DA2. Выходное напряжение стабилизатора составляет около 3,5 В и устанавливается делителем R10R14 в цепи его управляющего электрода.

Цепь защиты при ошибочном подключении выводов питания пробника собрана на самовосстанавливающемся предохранителе FU1 и диоде VD1. При подаче напряжения питания обратной полярности диод VD1 открывается, вызывая такой ток, что предохранитель приобретает высокое сопротивление из-за собственного разогрева.

Логический пробник собран на печатной плате (**рис. 2**), выполненной из односторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 60×13 мм и толщиной 1,5 мм (рисунок печатной платы — в масштабе 2:1).

Малые размеры платы позволяют поместить ее в небольшой корпус, например, от использованного маркера. Большинство элементов, устанавливаемых на печатную плату, выполнены в корпусах типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Диоды и транзисторы монтируют со стороны печатных проводников, а микросхемы DA1, DA2, индикатор HG1 и конденсатор C2 — с обратной стороны платы. Конденсатор C2 — малогабаритный оксидный. В качестве соединителей XT1 и XT2 удобно применить малогабаритные зажимы "крокодил".

Если возникнет проблема изготовления печатной платы с элементами поверхностного монтажа, устройство можно изготовить и с обычными элементами для объемного монтажа. В этом случае допустимо применять любые резисторы мощностью 0,125 Вт.

Если использовать самовосстанавливающиеся предохранители серии MF-MSMD и аналогичные на номинальный ток 0,14—0,5 А, то защитным диодом (VD1) может служить любой диод Шотки с допустимым прямым током не менее 1,5 А. В качестве остальных диодов можно применить маломощные распространенных серий КД522, КД521. Для пробника пригодны любые маломощные кремниевые транзисторы соответствующей структуры из серий КТ315, КТ3102 (VT3) и КТ361, КТ3107 (VT1, VT2). В качестве индикатора HG1 возможно применение любого малогабаритного семисегментного индикатора с общим катодом. Допустимо также в позиции FU1 использовать малогабаритный плавкий предохранитель на 0,16 А.

Правильно собранный из исправных деталей логический пробник не требует налаживания.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

E-mail: measure@radio.ru тел. 208-83-05

"Двухканальная осциллографическая приставка к ПК"

("Радио", 2003, № 4, с. 23—25)

Печатная плата

Многих читателей заинтересовала упомянутая в заголовке конструкция А. Хабарова. Чтобы облегчить ее повторение, публикуем чертежи печатной платы этого устройства, которую разработал **В. Рубашка** из *г. Лисичанска Луганской области (Украина)*.

Печатная плата двусторонняя. На **рис. 1** изображены печатные проводники со стороны пайки, на **рис. 2** — печатные проводники со стороны установки деталей, а на **рис. 3** — схема расположения деталей. В переходные отверстия, показанные на рис. 3 залитыми точками, необходимо вставить отрезки неизолированного провода, припаяв их к контактным площадкам с обеих сторон платы. Это делают в первую очередь, так как многие переходные отверстия находятся под микросхемами и другими деталями, по завершении монтажа доступа к ним не будет.

Обратите внимание, микросхемы 2DA1 на плате нет. Ее функции выполняют элементы микросхемы 1DA1, не задействованные в первом канале (их входы — выводы 5 и 12, выходы — выводы 8 и 9).

Вилка XP1 — угловая DRB-25M. Ее соединяют с розеткой порта LPT компьютера стандартным кабелем-удлинителем DB-25F—DB-25M для принтера. Розетка XS1 — DN-5FR (ОНЦ-КГ-4-5/16-Р) — обычно используется в компьютерах для подключения клавиатуры. Отсутствующая в оригинале часть схемы приставки с этой розеткой и конденсаторами, блокирующими цепи питания, приведена на **рис. 4**. Некоторые блокировочные конденсато-

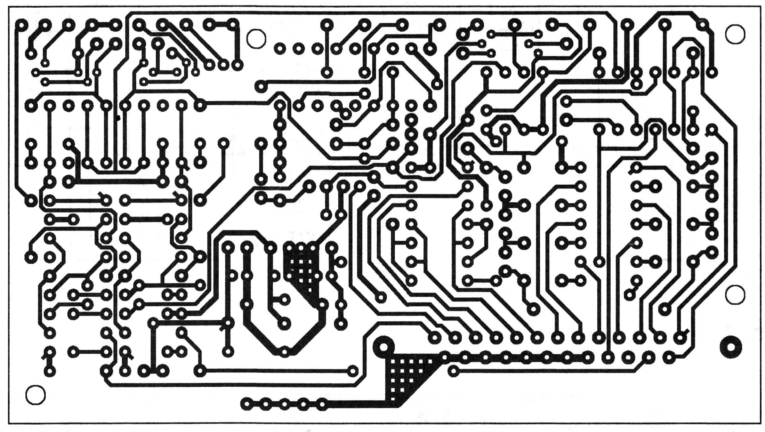


Рис. 1

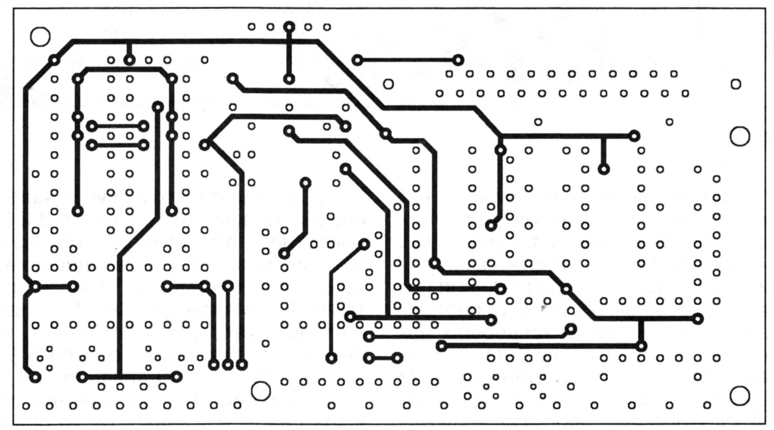
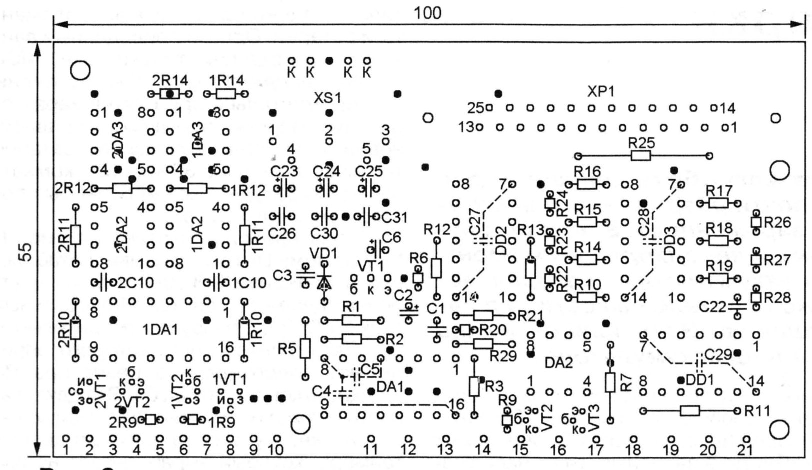


Рис. 2

E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00


Рис. 3

ры (на рис. 3 они изображены штриховыми линиями) припаивают непосредственно к выводам микросхем.

Вся конструкция помещена в металлический корпус, разделенный экранирующей перегородкой на два отсека. В одном из них находится печатная плата, в другом — входные цепи и органы управления приставкой, которые соединяют с пронумерованными контактными площадками в нижней (см. рис. 3) части платы в соответствии со схемой, показанной на **рис. 5**.

Переключатели 1SA2, 2SA2 — МПВ1-8П1Н. Элементы входных делителей напряжения 1R1—1R8, 1C2—1C9, 2R1—2R8, 2C2—2C9 припаяны непосредственно к контактам переключателей. Выключатели 1SA1, 2SA1, а также переключатель SA1 — П1Т1-1. В качестве SA2 применен малогабаритный галетный переключатель ПГ7-36-16П1НВ. Все переменные резисторы — СП-0,4.

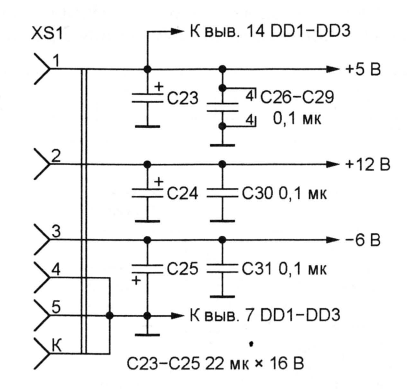


Рис. 4

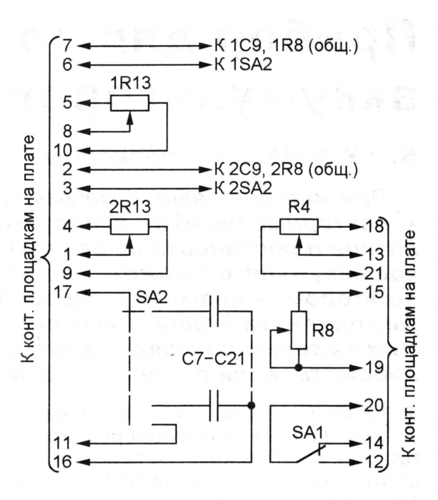


Рис. 5

Приведенные в статье чертежи печатной платы (см. рис. 1—3) в электронном виде, а также файл ее проекта в системе Sprint Layout 4.0 находятся на FTP-сервере редакции по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/12/osc_plt.zip>**.

Перед компиляцией программы осциллографа необходимо в строке

```
drv:=detect;InitGraph(drv,rg,'C:\BP\bgi');
```

заменить указанный автором путь к директории BGI пакета Turbo Pascal ('C:\BP\bgi') на соответствующий ее размещению на вашем компьютере, например, 'D:\TP7\bgi'.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Прибор для проверки аккумуляторов

В. КУЗЬМИН, г. Чебоксары

При использовании аккумуляторов могут быть допущены две характерные ошибки: эксплуатация почти разряженного аккумулятора и постановка на зарядку уже заряженного. В первом случае аккумулятор может "сесть" в самый неподходящий момент, во втором — возможна перезарядка аккумулятора, которая может привести к снижению срока службы, потере емкости, а в самых тяжелых случаях — к его разрушению. Этих ошибок можно избежать, если оценить остаточный заряд аккумулятора.

Прибор предназначен для проверки NiCd и NiMH аккумуляторов емкостью до 2 А·ч. Принцип его действия состоит в том, что аккумулятор в течение 10 с разряжают током, численно равным (в амперах) 1,5...2С, где С — емкость аккумулятора в А·ч. Напряжение на аккумуляторе непрерывно контролируют цифровым вольтметром. Остаточный заряд (в процентах от С) оценивают по **таблице** в зависимости от напряжения в конце интервала разрядки (в пересчете на один элемент). Прибором можно проверять аккумуляторы других типов, а также гальванические элементы и батареи. Однако приведенные данные справедливы только для NiCd и NiMH аккумуляторов. Они получены экспериментально при снятии характеристики разрядки заведомо исправной, новой, полностью заряженной батареи током 2С в течение 30 мин при комнатной температуре. Эксперимент был повторен несколько раз.

Напряжение в конце 10-секундной разрядки, В	1,2...1,22	1,1...1,12	1,07...1,09	1,02...1,04	1
Остаточный заряд, % от С	100	75	50	25	0

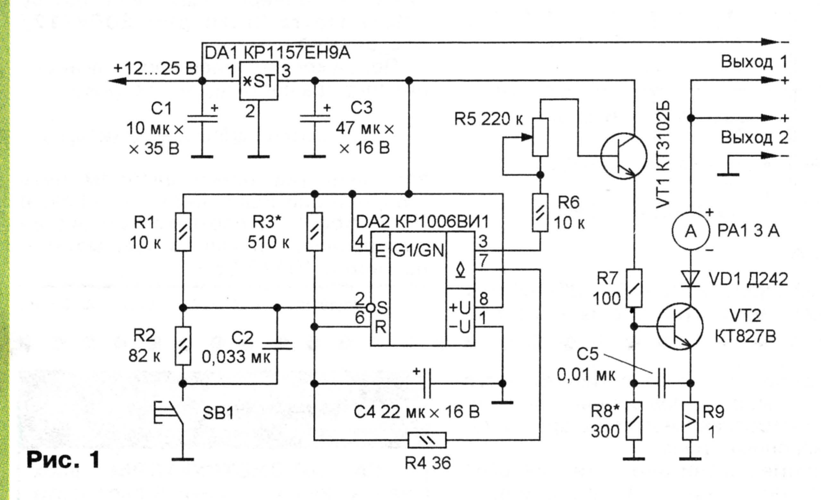


Рис. 1

Схема прибора показана на **рис. 1**. Микросхема DA1 вырабатывает стабильное напряжение 9 В для питания внутренних цепей устройства. Интегральный таймер DA2 формирует измерительный интервал, длительность которого определяют сопротивление резистора R3 и емкость конденсатора С4. Эта длительность должна быть равна 10 с. При нажатии на кнопку SB1 происходит запуск таймера, который вырабатывает на выходе (вывод 3) импульс длительностью 10 с и амплитудой не менее 7,5 В. Резистор R2 и конденсатор С2 предотвращают удлинение импульса в случае, если время удержания кнопки SB1 в нажатом состоянии превышает 10 с. Переменным резистором R5 регулируют ток базы транзистора VT1. На этом транзисторе собрана предварительная ступень усиления тока. Далее ток усиливает транзистор VT2. Именно его ток коллектора разряжает испытуемый аккумулятор. В цепь коллектора транзистора VT2 включен амперметр PA1. Диод VD1 обеспечивает протекание тока только в одном направлении. Резистор R9 необходим для уменьшения нестабильности тока через транзистор VT2 из-за его нагревания при проведении измерений. Конденсатор С5 предотвращает самовозбуждение.

Напряжение питания ступени на транзисторе VT2 не должно быть менее 6 В, поэтому элементы и батареи с меньшим напряжением подключают к выходу 1. В этом случае напряжение проверяемого аккумулятора складывается с напряжением питания. Батареи с напряжением от 6 до 24 В подключают к выходу 2. В этом случае ступень на транзисторе VT2 получает питание только от проверяемой батареи. Не следует к выходу 1 подключать батареи с напряжением более 6 В, так как при этом транзистор VT2 будет неоправданно перегружен по мощности, что вызовет повышенный дрейф тока в процессе измерений.

Конструкция и детали. Большинство компонентов смонтированы на печатной плате, чертеж которой показан на **рис. 2**. Конденсатор С5 установлен непосредственно на выводах транзистора VT2. Транзисторы VT1 и VT2 могут быть указанных на схеме серий с любыми буквенными индексами. Также можно применить транзисторы КТ315Б, КТ315Г (VT1), подобрав экземпляр, имеющий коэффициент передачи тока не менее 100. Допустимо применить транзисторы КТ8131А—КТ8131В (VT2). Резистор R9 — проволочный, его сопротивление может находиться в пределах 0,5...1 Ом. Транзистор VT2 и диод VD1 должны быть установлены на общем теплоотводе площадью не менее 60 см². Для питания устройства необходим источник напря-

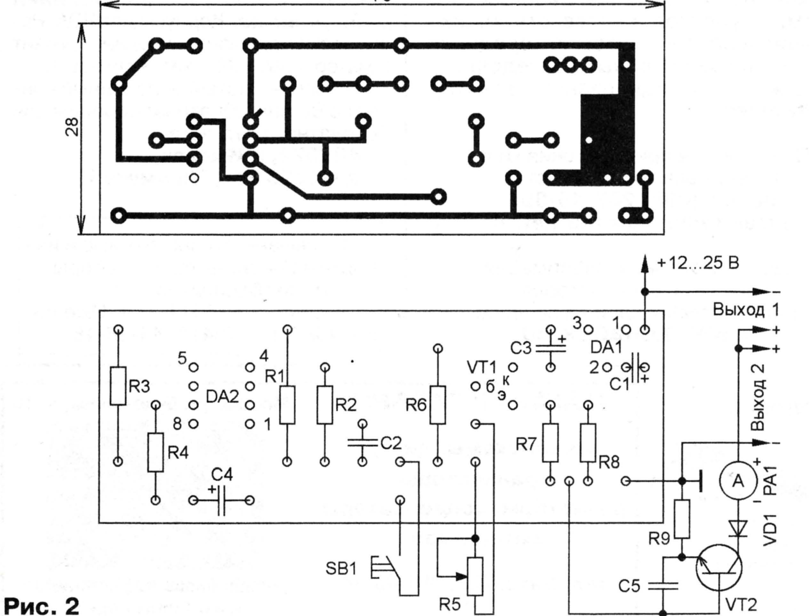


Рис. 2

жения от 12 до 25 В, можно нестабилизированного, способный отдавать в нагрузку ток не менее 3 А.

В зависимости от конкретных условий использования прибор может быть упрощен. Например, можно не вводить амперметр PA1 в состав устройства, а снабдить переменный резистор R5 шкалой со значениями разрядного тока. Если нужно проверять аккумуляторы только одной емкости, резистор R5 может быть подстроечным. Его движок устанавливают один раз при налаживании в положение, соответствующее требуемому значению разрядного тока.

Налаживание прибора заключается в установке требуемой длительности импульса тока и пределов регулирования его амплитуды. Вначале замыкают выход 1, нажимают на кнопку SB1 и измеряют длительность импульса (например, секундомером). Подбирают резистор R3, при котором длительность импульса, генерируемого микросхемой DA1, равна 10 с. Затем измеряют ток в крайних положениях движка переменного резистора R5. Если минимальный ток слишком велик, увеличивают сопротивление этого резистора. Если максимальный ток слишком мал, подбирают резистор R9 меньшего и резистор R8 большего сопротивления.

Проведение измерений. Вначале замыкают выход 1, нажимают на кнопку SB1 и движком переменного резистора R5 устанавливают по амперметру PA1 требуемое значение тока коллектора транзистора VT2. Затем параллельно выводам проверяемого элемента или батареи подключают цифровой вольтметр (например, мультиметр). Если он покажет напряжение более 6 В, то проверяемую батарею подключают к выходу 2, в противном случае — к выходу 1. Далее нажимают на кнопку SB1, контролируя показания вольтметра. Не следует разряжать аккумуляторы, имеющие напряжение холостого хода менее 1 В на элемент. Такие аккумуляторы требуют немедленной постановки на зарядку. Не следует подключать элемент в обратной полярности. Это может привести к существенному сокращению его срока службы или даже к аварийному разрушению.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Автоматическое зарядное устройство для свинцово-кислотной аккумуляторной батареи

С. ГОЛОВ, г. Десногорск Смоленской обл.

Предлагаемое устройство автоматически реализует рекомендуемый фирмами-производителями оптимальный алгоритм зарядки герметичной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи напряжением 12 В, в процессе которой батарея получает полный заряд и сохраняется в этом состоянии без перезарядки, что обеспечивает длительный срок ее службы. Устройство собрано из широко доступных деталей и отличается простотой схемы. Оно может быть также использовано и для зарядки негерметичных, в том числе автомобильных аккумуляторных батарей.

Необходимость в зарядном устройстве для герметичной необслуживаемой аккумуляторной батареи SVEN SV7,5-12 заставила автора изучить публикации на эту тему и провести анализ существующих решений. Оптимальный, по мнению фирм-изготовителей, алгоритм зарядки должен состоять из нескольких этапов с определенным режимом на каждом из них [1, 2]. Однако радиолюбительские издания не предлагают конструкции зарядных устройств, автоматически обеспечивающих эти режимы.

Так была поставлена задача: изготовить автоматическое устройство для зарядки 12-вольтной свинцово-кислотной необслуживаемой батареи с гелевым электролитом, не требующее контроля и вмешательства, простое, построенное на отечественных распространенных деталях и несложное в налаживании.

Рис. 1

Алгоритм зарядки состоит из трех этапов. На первом этапе, когда батарея частично или полностью разряжена, допустимо проводить зарядку относительно большим током, достигающим 0,1...0,2С, где С — численное значение емкости аккумулятора в ампер-часах. Однако зарядный ток должен быть ограничен сверху указанным значением или стабилизирован. По мере накопления заряда возрастает напряжение на клеммах батареи. Это напряжение должно быть под контролем. В момент достижения уровня 14,4...14,6 В первый этап завершен.

На втором этапе необходимо поддерживать постоянным достигнутое напряжение и контролировать зарядный ток, который будет снижаться. В момент, когда батарея наберет не менее 80 % заряда и зарядный ток упадет до 0,02С, необходимо перейти к третьему, заключительному этапу: уменьшить напряжение и поддерживать его на уровне не выше 13,8 В. Зарядный ток, снижаясь, достигает значения 0,002...0,001С и стабилизируется на этом уровне. Такой ток для батареи не опасен: считают, что он компенсирует саморазрядку, а поддерживаемый уровень напряжения не допустит перезарядки. В таком режиме батарея может находиться неограниченное время без вреда для себя и всегда готова к применению. Все указанные уровни напряжения соответствуют температуре батареи 20 °С. Во время зарядки батареи по этому алгоритму к ней не должна быть подключена нагрузка [2].

Схема ЗУ показана на **рис. 1**. По существу, устройство представляет собой комбинированный стабилизатор тока и напряжения. Батарею заряжает выходной ток микросхемы DA1 — стабилизатора напряжения. Для изменения выходного напряжения стабилизатора между выводом 2 DA1 и общим проводом устройства включена цепь диодов VD3—VD14 и подстроечный резистор R13. Резисторы R11, R6 и R2 — датчики тока для первого, второго и третьего этапов зарядки соответственно. На первом этапе большой зарядный ток, протекая по датчикам тока, вызывает падение напряжения на них, достаточное для открывания транзисторов VT1, VT2 и VT5. Транзисторы VT3 и VT6 также открыты. Только транзистор VT4 закрыт. Все светодиоды HL1—HL3 включены. Транзисторы VT5, VT6 и микросхема

E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00

Рис. 2

DA1 стабилизируют зарядный ток на уровне 0,6 В/R11. По мере зарядки батареи напряжение на ней возрастает, а ток через транзистор VT6 уменьшается. Когда транзистор VT6 будет закрыт, устройство выйдет из режима стабилизации тока. С этого момента зарядный ток начнет уменьшаться, транзистор VT5 закроется, светодиод HL3 погаснет, сигнализируя о завершении первого и начале второго этапов зарядки.

В начале второго этапа зарядки транзисторы VT1—VT3 открыты, а VT4—VT6 закрыты. Зарядка батареи осуществляется при постоянном напряжении, равном сумме напряжения стабилизации микросхемы DA1, падения напряжения на диодной цепи VD3—VD14 и резисторе R13. Это суммарное напряжение должно быть в пределах 14,4...14,6 В. Ток зарядки плавно уменьшается. Когда его значение становится недостаточным для того, чтобы падение напряжения на датчике тока—резисторе R6 — поддерживало транзистор VT2 в открытом состоянии, этот транзистор закрывается, транзистор VT3 также закрывается, а транзистор VT4 открывается и входит в насыщение. Светодиод HL2 гаснет, сигнализируя о завершении второго этапа зарядки.

На третьем этапе зарядки открытый транзистор VT4 шунтирует диод VD3, поэтому напряжение скачком уменьшается до суммы напряжений стабилизации микросхемы DA1, падения напряжения на диодах VD4—VD14 и резисторе R13, которая не должна превышать 13,8 В. Зарядный ток также скачком уменьшается и продолжает уменьшаться далее (без учета возможных непродолжительных переходных процессов после скачка). Когда ток зарядки становится недостаточным для того, чтобы падение напряжения на датчике тока—резисторе R2 — поддерживало транзистор VT1 в открытом состоянии, этот транзистор закрывается, светодиод HL1 гаснет, сигнализируя о завершении третьего этапа и процесса зарядки в целом. Батарея может и далее безопасно находиться во включенном зарядном устройстве неограниченное время.

Аккумулятор имеет отрицательный температурный коэффициент напряжения, равный –4 мВ/°С. ТКН прямосмещенного диода также отрицательный –2 мВ/°С. Поэтому цепь из 12 диодов автоматически обеспечивает температурную компенсацию батареи.

Диоды VD1 и VD2 ограничивают падение напряжения на датчиках R2 и R6 во время протекания большого тока. Продолжительность этапов и всего процесса зависит от уровней тока, которые определяются сопротивлениями датчиков.

Источник питания может быть любым, обеспечивающим при максимальном токе зарядки напряжение 22...25 В, которое может быть нестабилизированным. При интенсивной эксплуатации аккумуляторной батареи необходима ее частая зарядка, поэтому предпочтительнее использовать импульсные блоки питания с высокой частотой преобразования, поскольку они отличаются высоким КПД. Автором применен блок питания, описанный в статье С. Бирюкова [3], подвергнутый модификации с учетом специфики его использования в зарядном устройстве.

Схема блока питания показана на **рис. 2**. Элементы L1, L2, C1, C2 образуют сетевой помехоподавляющий фильтр, который предотвращает проникновение высокочастотных пульсаций, создаваемых преобразователем, в питающую сеть. Резистор R2 ограничивает пусковой ток в момент включения. Диодный мост VD1 и сглаживающие конденсаторы C4, C5 выпрямляют сетевое напряжение. Конденсаторы C6 и C7 образуют делитель напряжения для полумостового преобразователя, который содержит высоковольтные транзисторы VT1 и VT2, согласующий разделительный трансформатор T1, обеспечивающий подачу на базы транзисторов импульсов возбуждения, и высокочастотный выходной трансформатор T2. Резисторы R5 и R6 выравнивают напряжение на конденсаторах C6 и C7 во время работы блока питания и разряжают конденсаторы C4—C7 после его выключения. Диоды VD4, VD5 и конденсаторы C9, C10 — выходной выпрямитель и фильтр высокочастотного напряжения.

В генераторе импульсов возбуждения с разделительной паузой использованы JK-триггеры вместо D-триггеров, примененных в [3], но логика его работы осталась прежней. Разумеется, вместо приведенного варианта генератора можно применить исходную схему из [3]. Генератор получает напряжение питания со стабилитрона VD6 через резистор R7 от выхода блока питания, что позволило упростить блок питания по сравнению с прототипом [3]. Первоначально генератор включается заряжаемой батарей через диод VD7. Если батареи нет или она подключена в неправильной полярности, то генератор импульсов возбуждения и, следовательно, блок питания в целом не могут быть запущены. Если в процессе зарядки батареи произойдет ее короткое замыкание, то генерация импульсов возбуждения будет сорвана, напряжение на выходе блока питания станет равным нулю. Так обеспечена защита от некоторых аварийных ситуаций. Максимальный выходной ток описанного блока питания составляет 1 А. Этот блок пригоден для зарядки батарей емкостью не более 20 А·ч, для батарей большей емкости необходим более мощный блок питания.

Конструкция и детали. В зарядном устройстве (рис. 1) диоды VD1 и VD2 — мощные кремниевые выпрямительные, рассчитанные на максимальный ток зарядки. Диоды VD3—VD14 — любые кремниевые, например, Д220, Д223, КД102, КД103, КД522. Все резисторы — МЛТ. Датчики тока — резисторы R6 и R11 — могут быть самодельными из отрезка нихромовой проволоки диаметром 1 мм, длину которой подбирают в процессе налаживания. Диоды VD3—VD14 необходимо разместить дальше от источников тепла. Микросхема DA1 установлена на теплоотводе площадью 150 см^2 (из расчета 20 см^2 на ватт рассеиваемой мощности).

В блоке питания (рис. 2) транзисторы VT1 и VT2 — мощные кремниевые высоковольтные, например, удовлетворительно работают КТ809А. Транзисторы в металлических корпусах теплоотводов не требуют. Все сильноточные соединения должны быть выполнены проводом соответствующего сечения (не менее 0,5 мм^2 на ампер). Трансформатор T1 намотан на кольцевом магнитопроводе

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

типоразмера К10×6×4 из феррита 2000НМ. Обмотка I выполнена проводом ПЭЛШО 0,1 и содержит 200 витков, обмотки II и III содержат по 20 витков провода ПЭЛШО 0,27. Трансформатор Т2 намотан на кольцевом магнитопроводе типоразмера К28×20×6 из феррита 2000НМ. Обмотка I выполнена проводом ПЭЛШО 0,27 и содержит 200 витков, обмотки II и III намотаны в два провода и содержат по 30 витков провода ПЭВ-2 0,8. В каждом трансформаторе обеспечена надежная изоляция между обмоткой I и остальными обмотками с помощью двух слоев ленты ФУМ. При отсутствии колец указанных размеров можно применить кольца большего диаметра или Ш-образный магнитопровод, у которого произведение площади сечения на площадь окна не менее, чем у рекомендуемых. Дроссели L1 и L2 — ДМ-2,5. Применены пленочные конденсаторы К73-17 на номинальное напряжение 400 В (С1, С2), 250 В (С6, С7) и 63 В (С10). Оксидные конденсаторы К50-32 (С4, С5) и К50-35 (С9). Остальные конденсаторы (С3 и С8) керамические КМ-5. Зарядное устройство и блок питания размещены в одном корпусе размерами 200×90×40 мм.

Налаживание. Вначале налаживают блок питания. Соединение анода диода VD7 с выходом ЗУ разрывают. Аккумуляторную батарею или иной источник питания напряжением 10...12 В подключают плюсовым выводом к аноду диода VD7, а минусовым — к общему проводу. Должен заработать генератор импульсов возбуждения. Дальнейшее налаживание блока питания выполняют по описанию в [3]. При токе нагрузки 1 А напряжение на выходе блока питания должно быть в пределах 20...25 В.

Далее налаживают ЗУ. К его входу подключают блок питания, описанный в этой статье, или иной, обладающий указанными выше характеристиками. Вместо аккумуляторной батареи к выходу ЗУ через амперметр подключают реостат или иную нагрузку, сопротивление которой можно плавно регулировать. Вначале нужно подобрать сопротивление датчиков тока. При плавном уменьшении сопротивления нагрузки должны последовательно загораться светодиоды HL1, HL2, HL3. Когда включены все светодиоды, ток через нагрузку должен быть стабилизирован. Сопротивление резистора R11 подбирают так, чтобы ток стабилизации был равен максимальному току зарядки (0,1С). Подбору резистора R6 препятствует скачок тока, затрудняющий точное измерение тока. Поэтому нужно временно устранить этот скачок, установив замыкающую перемычку между базой и эмиттером транзистора VT4. Далее подбирают сопротивление резистора R6 так, чтобы светодиод HL2 загорался при токе нагрузки 0,02С. После этого снимают перемычку между базой и эмиттером транзистора VT4. В последнюю очередь подбирают сопротивление резистора R2 так, чтобы светодиод HL1 включался при токе нагрузки 0,004С. Если изготовляемое ЗУ предназначено для использования с АБ емкостью 7,5 А·ч и проверкой установлено соответствие сопротивлений датчиков R2, R6, R11 значениям, указанным на схеме (см. рис. 1), этот этап налаживания можно опустить.

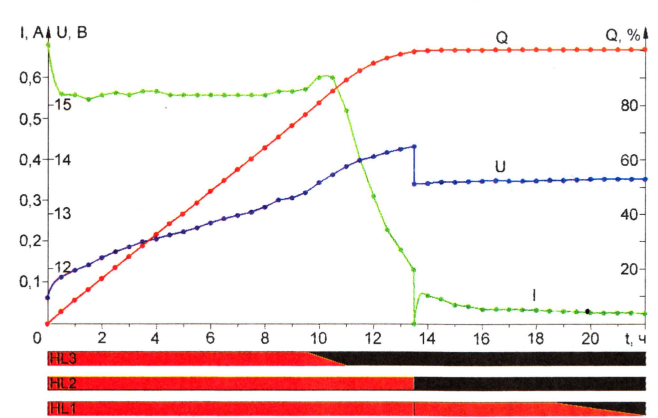


Рис. 3

Затем устанавливают требуемые уровни напряжения стабилизации третьего и второго этапов зарядки. К выходу ЗУ подключают вольтметр и нагрузочный резистор сопротивлением 180—200 Ом и мощностью 2 Вт (обеспечивающий ток около 0,01С). Должен гореть один светодиод HL1. Напряжение на нагрузке (третьего этапа) устанавливают движком подстроечного резистора R13 в пределах 13,7...13,8 В.

Точность напряжения второго этапа не так критична, она обычно обеспечивается автоматически включением в работу диода VD3. Надо лишь убедиться, что напряжение находится в пределах 14,4...14,6 В, подключив к выходу ЗУ резистор сопротивлением 30—50 Ом и мощностью 10 Вт (ток — около 0,05С, светятся HL1 и HL2) и проверив напряжение на нем. На этом налаживание ЗУ закончено. Если использован блок питания, описанный в этой статье, нужно восстановить соединение анода диода VD7 блока питания с выходом ЗУ.

Первую зарядку батареи осуществляют с подключенными вольтметром и амперметром, контролируя их показания. Процесс зарядки полностью разряженной батареи проиллюстрирован графиками на **рис. 3**. Графики тока и напряжения сняты экспериментально, график полученного батареей заряда получен расчетным путем.

Желательно один раз в год проверять напряжение второго этапа зарядки и, если оно выйдет за указанные выше пределы, отрегулировать его подстроечным резистором R13.

Максимальный выходной ток микросхемы DA1 (2 А) позволяет заряжать батареи емкостью до 20 А·ч. Если необходимо заряжать батареи большей емкости, следует "умощнить" микросхему DA1 внешним p-n-p транзистором, как показано в [4]. При использовании внешнего транзистора КТ818АМ выходной ток может достигать 15 А, что позволяет заряжать батареи емкостью до 150 А·ч.

Поскольку электрохимический процесс во всех свинцово-кислотных аккумуляторах один и тот же, описанное устройство можно использовать и для зарядки негерметичных аккумуляторных батарей, в том числе автомобильных. В последнем случае проще всего модернизировать имеющееся зарядное устройство, содержащее блок питания и линейный стабилизатор компенсационного типа. Именно этот стабилизатор может быть использован вместо микросхемы DA1.

Всю цепь VD3—VD14 следует оформить в виде выносного датчика, соединенного с ЗУ трехжильным кабелем (можно телефонным). Удобно использовать диодные сборки КДС523, КДС627А, которые после соединений залить в монолитный датчик эпоксидной смолой, также можно попробовать применить в этой роли высоковольтный выпрямительный столб. Перед зарядкой датчик располагают на корпусе аккумуляторной батареи. С понижением температуры напряжение второго и третьего этапов зарядки увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники: В 3-х томах, т. 3, -4-е изд., — М.: Мир, 1993, с. 191—194.

2. Инструкция по эксплуатации герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов с регулирующими клапанами UNIKOR серии VT. — **http://www.energon.ru/support/doc/unikor/unikor-manual.pdf.**

3. **Бирюков С.** Блок питания для "РАДИО-86РК". — Радио, 1990, № 7, с. 58—61.

4. **Щербина А., Благий С., Иванов В.** Применение микросхемных стабилизаторов серий 142, К142 и КР142. — Радио, 1991, № 3, с. 47—51.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00

Преобразователь напряжения 5/2×10 В на MAX242

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Не спешите выбрасывать вышедшие из строя микросхемы приемника/передатчика сигналов интерфейса RS232 (MAX200, MAX220, MAX230, MAX232, MAX236—MAX238, MAX240—MAX244 и другие аналогичные). В состав этих микросхем кроме усилителей и приемников входит и преобразователь из однополярного напряжения +5 В в двуполярное 2×10 В на переключаемых конденсаторах. Если он исправен, его легко использовать по прямому назначению.

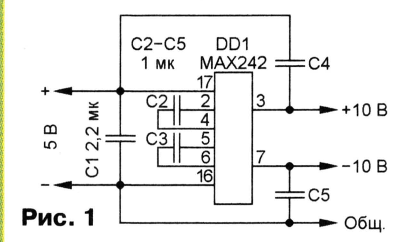


Рис. 1

Такой преобразователь может быть полезен, когда напряжение питания большинства элементов разрабатываемого устройства однополярное 5 В, а для части маломощных элементов требуется двуполярное напряжение 2×10 В.

Схема преобразователя показана на **рис. 1**. Он собран по типовой схеме на микросхеме DD1 с внешними конденсаторами C1—C5. Частота преобразования — около 100 кГц. Нагрузочные характеристики устройства представлены на **рис. 2**. Без нагрузки преобразователь потребляет ток 5...6 мА. Если ток по каждому выходу возрастет до 7...8 мА, потребляемый ток увеличится до 35 мА, при этом напряжение пульсаций примерно равно 10...50 мВ.

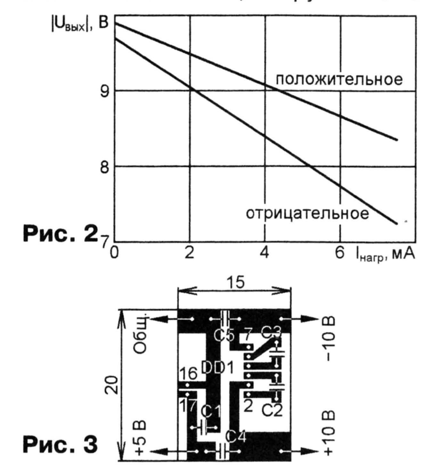


Рис. 2

Рис. 3

Устройство не требует налаживания. Все детали размещают на печатной плате (**рис. 3**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Фотография платы с деталями представлена на **рис. 4**. Плата рассчитана на применение компонентов для поверхностного монтажа. Конденсаторы — серий К10-17В, К10-47. Их допустимо заменить аналогичными импортными. Допустимо применить микросхему в корпусе DIP и конденсаторы для обычного монтажа, но тогда размеры платы придется увеличить. Аналогично можно использовать микросхемы серий, перечисленных в начале статьи. Если на выходах преобразователя включить интегральные стабилизаторы напряжения 78L05 и 79L05, то получится двуполярный преобразователь со стабильным выходным напряжением 2×5 В.

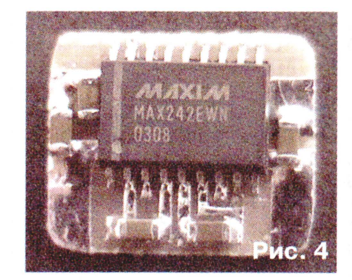


Рис. 4

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

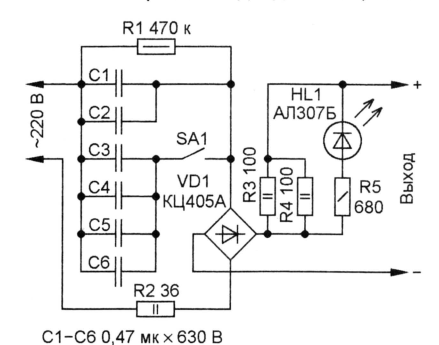
ОБМЕН ОПЫТОМ

Простое зарядное устройство для аккумуляторов разной емкости

А. ГУЛИН, г. Севастополь

В последнее время появились никель-кадмиевые и никель-металлгидридные аккумуляторы большой емкости (более 1000 мА·ч). Но в эксплуатации находятся и аккумуляторы меньшей емкости. Сейчас широко распространены простейшие зарядные устройства, которые, как правило, обеспечивают только одно значение зарядного тока. В [1] описано зарядное устройство, размещенное в корпусе сетевого адаптера, содержащее сетевой трансформатор, выпрямитель и стабилизатор тока с переключением резисторов, задающих ток зарядки. При разработке предлагаемого устройства была поставлена задача создания простейшего ЗУ с переключением балластных конденсаторов. Его недостаток — гальваническая связь с сетью — компенсируется меньшими габаритами и массой. Это устройство смонтировано в корпусе ЗУ китайского производства, которое первоначально обеспечивало ток зарядки около 300 мА.

Схема устройства показана на **рисунке**. Резистор R2 ограничивает пусковой ток при подключении устройства к сети. Ток зарядки определяется реактивным сопротивлением балластных конденсаторов. Когда контакты выключателя SA1 разомкнуты, подключены конденсаторы C1 и C2 — зарядный ток примерно равен 60 мА. Если контакты выключателя SA1 замкнуты, подключены все конденсаторы C1—C6, ток зарядки возрастает до 180 мА. Резистор R1 разряжает конденсаторы после выключения устройства. Выпрямленный диодным мостом VD1 ток заряжает аккумуляторы, подключенные к выходу устройства. Часть этого тока течет через светодиод HL1, свечение которого индицирует процесс зарядки. Резистор R5 ограничивает ток через светодиод HL1 так, чтобы он не превышал максимально допустимый, но чтобы свечение светодиода было заметно при изменении зарядного тока от 60 до 180 мА.



К выходу устройства подключают аккумуляторы, соблюдая полярность. Одновременно можно заряжать от одного до десяти последовательно соединенных элементов. Хотя устройство предназначено для зарядки аккумуляторов разной емкости, но одновременно заряжаемые элементы должны иметь одинаковые паспортную емкость и степень разряженности. Нельзя включать устройство в сеть без аккумуляторов. Переключение зарядного тока следует выполнять только в отключенном состоянии.

Возможны разные варианты повторения устройства. Выключатель SA1 может быть заменен переключателем, имеющим столько положений, сколько необходимо разных значений зарядного тока. В каждом положении подключается своя группа балластных конденсаторов. Точная формула для расчета средневыпрямленного тока, в зависимости от емкости балластного конденсатора, приведена в [2]. На практике можно использовать простое соотношение: конденсатор емкостью 1 мкФ обеспечивает средневыпрямленный ток около 60 мА. Балластные конденсаторы могут быть из серий К73-16, К73-17. Подробные рекомендации по их выбору приведены в [3]. Диодный мост VD1 должен быть рассчитан на напряжение не менее 400 В и прямой ток не менее 300 мА. Светодиод HL1 может быть любым, но падение напряжения на нем не должно превышать 2 В. Предпочтительно использовать светодиод большей яркости, чтобы его свечение было хорошо заметно при минимальном зарядном токе. Конструкция устройства должна исключить возможность прикосновения к любым проводникам, а также к аккумуляторам в процессе их зарядки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгов О.** Зарядное устройство... из адаптера. — Радио, 1996, № 5, с. 53.
2. **Бирюков С.** Расчет сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48—50.
3. **Трифонов А.** Выбор балластного конденсатора. — Радио, 1999, № 4, с. 44.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00

Генератор с ФАПЧ для диапазонов ОВЧ—УВЧ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Устройство построено на основе генератора образцовой частоты и управляемого напряжением генератора, частота которого посредством делителя частоты автоматически подстраивается фазовым детектором. Его можно рекомендовать для многих применений, когда есть необходимость в стабильном генераторе или гетеродине для популярных радиолюбительских диапазонов. Стабильность частоты фактически определяется стабильностью кварцевого резонатора.

При изготовлении и настройке радиоаппаратуры диапазона ОВЧ—УВЧ (30...3000 МГц) необходимым узлом является генератор. Он может выполнять функции гетеродина для трансвертера или конвертера, а также использоваться как контрольный генератор или маячок для проверки и настройки радиоприемника или антенно-фидерного тракта. При построении таких приборов раньше, как правило, использовались задающие генераторы с кварцевой стабилизацией, работающие на относительно низкой частоте (десятки мегагерц), и несколько каскадов умножителей частоты. Такая конструкция сложна в изготовлении и настройке.

Сейчас для этих целей все чаще применяют генераторы с системой ФАПЧ. Для реализации такой конструкции применяют специализированные микросхемы синтезаторов частоты, которые управляются от микроконтроллеров (PIC-контроллеров). Стабильность частоты в этом случае определяется стабильностью частоты опорного генератора. Такое построение позволяет получить практически любое значение частоты, но реализация такого генератора доступна не всем радиолюбителям, так как необходимо программирование PIC-контроллеров.

Но генератор с системой ФАПЧ можно сделать и по более простой схеме, хотя он и будет менее универсальным. Описание такого генератора приведено ниже. В нем использована схемотехника, которая применяется в некоторых конвертерах MMDS.

На **рис. 1** показана схема генератора с системой ФАПЧ, который можно использовать как радиомаячок или измерительный генератор в диапазоне частот от 100 до 2500 МГц. При упрощении схемы такой генератор можно использовать как гетеродин. Ведь нестабильность его частоты в основном определяется соответствующим параметром кварцевого резонатора.

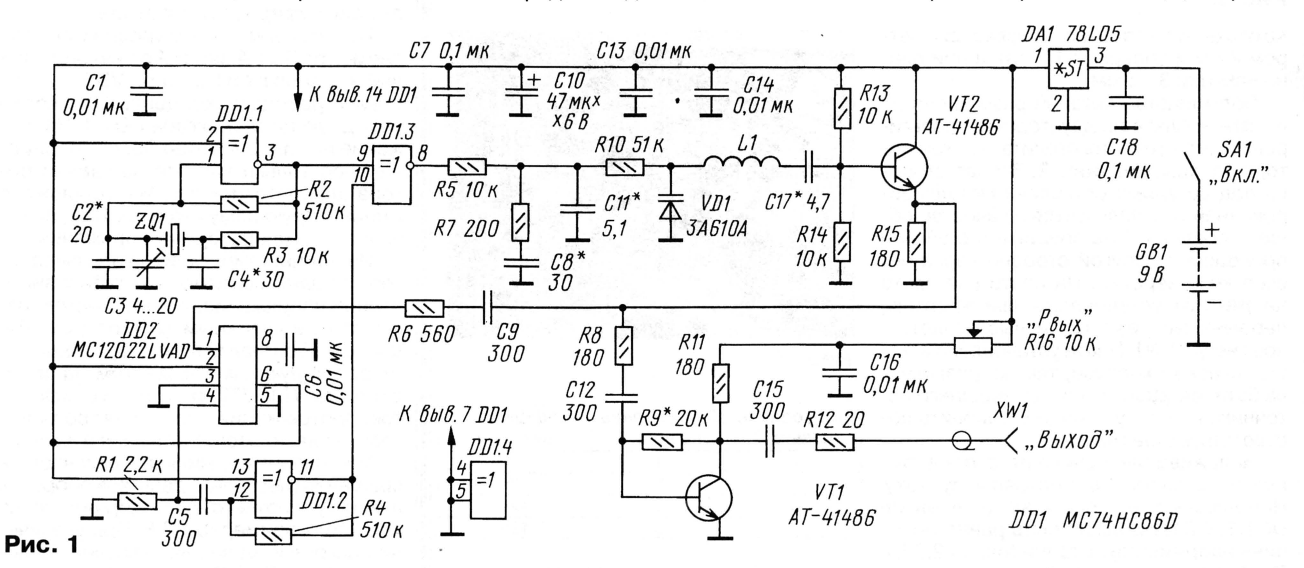


Рис. 1

На транзисторе VT2 собран генератор, управляемый напряжением (ГУН), на транзисторе VT1 — выходной каскад с регулируемой выходной мощностью. На микросхеме DD2 собран делитель частоты. Остальные узлы собраны на одной микросхеме DD1, которая содержит четыре логических элемента "исключающее ИЛИ" с инверсией. Генератор образцовой частоты с кварцевой стабилизацией собран на логическом элементе DD1.1, на элементе DD1.2 собран усилитель выходного сигнала делителя частоты, а фазовый детектор (ФД) собран на элементе DD1.3. Питается устройство от батареи гальванических элементов или сетевого блока питания с напряжением 7...15 В. А питающее напряжение (5 В) всех узлов устройства стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения на DA1.

Работает устройство следующим образом. Сигнал ГУН поступает на делитель частоты, а с его выхода после усиления — на ФД. Микросхема DD2 делит частоту ГУН на N, поэтому на один из входов ФД поступает сигнал с частотой $f_1 = f_{ГУН}/N$. На второй вход поступает сигнал генератора образцовой частоты $f_{ог}$. Выходное напряжение ФД через пропорционально интегрирующий фильтр (ПИФ) R5R7C8C11 и резистор R10 поступает на варикап ГУН и подстраивает его. Система ФАПЧ работает таким образом, что частота f_1 подстраивается под $f_{ог}$ и они становятся равными. Таким образом, частота ГУН будет равна $f_{ГУН} = N \cdot f_{ог}$. В данной конструкции использован делитель частоты с N = 128; $f_{ог}$ = 10,125 МГц, а частота ГУН будет равна $f_{ГУН} = 128 \cdot 10{,}125 = 1296$ МГц.

Таким образом, выходную частоту генератора можно изменять за счет изменения коэффициента деления N или частоты образцового генератора (кварцевого резонатора). Регулировка уровня выходного сигнала осуществляется в пределах от –15 до +5 дБмВт за счет изменения тока транзистора VT1 с помощью переменного резистора R16.

В устройстве можно применить детали: транзисторы — КТ3132А,Б, микросхему делителя частоты можно применить другого типа, она должна работать на требуемой частоте и иметь необходимый коэффициент деления. Микросхема DA1 — КР1158ЕН5А или аналогичная, варикап — 3А618А-6, 3А619А-6. Переменный резистор — СП3, СПО, постоянные — Р1-12, подстроечный конденсатор — КТ4-25, C10 — оксидный танталовый или алюминиевый для поверхностного монтажа, остальные — К10-17в или аналогичные керамические, импортные. Выключатель питания можно применить любой малогабаритный. Батарея — "Крона", "Корунд" или аналогичные аккумуляторные.

Для частоты 1296 МГц катушка L1 выполнена из посеребренного медного провода диаметром 0,3...0,4 мм. В авторской конструкции применен провод от центрального проводника ВЧ кабеля.

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

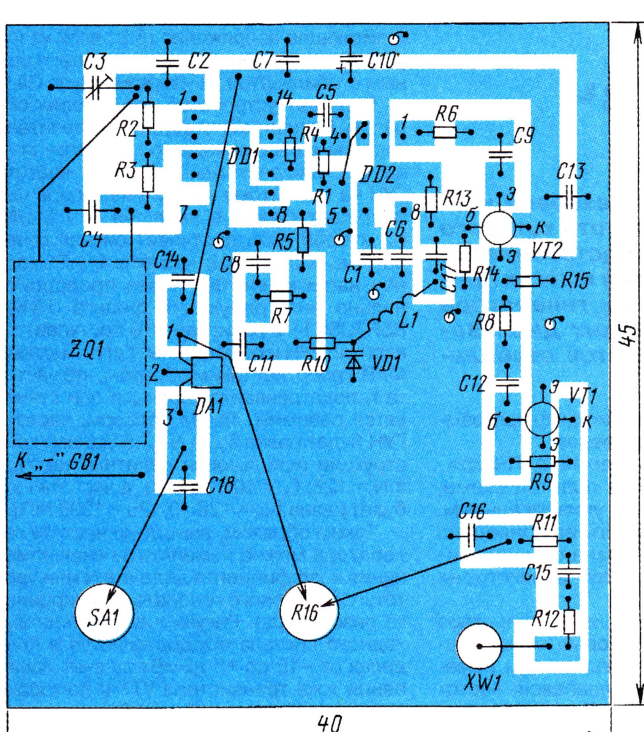


Рис. 2

Катушка намотана на оправке диаметром 2 мм и содержит 1,5 витка при длине намотки 3...5 мм.

Большинство деталей размещено на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Вторая сторона под деталями оставлена металлизированной и используется в качестве общего провода. Она соединена с общим проводом на другой стороне через несколько отверстий. На плате (см. фото на **рис. 3**) установлены выключатель, переменный резистор и высокочастотное гнездо XW1. Плата установлена в металлическом корпусе, там же размещена батарея. Для питания от внешнего источника на корпусе надо установить соответствующее гнездо.

Налаживание начинают с проверки режимов узлов по постоянному току. Напряжение на выходах элементов DD1.1, DD1.2 должно быть равно половине напряжения питания (около 2,5 В). Подбором резистора R9 устанавливают на коллекторе транзистора VT1 напряжение 2,2...2,7 В (движок переменного резистора R16 в левом по схеме положении). Затем надо проверить работоспособность ГУН и установить диапазон перестройки по частоте. Для этого в точку соединения резисторов R7, R10 подают постоянное напряжение 2,5 В и подбором индуктивности катушки L1 устанавливают планируемую частоту (в данном случае 1296 МГц), при этом диапазон перестройки должен составлять 15...25 % от частоты. Далее проверяют работоспособность делителя частоты. На его выходе (вывод 4) частота должна быть в 128 раз меньше частоты ГУН . Внешнее напряжение с резистора R7 отключают и проверяют работоспособность ФАПЧ. Подбором емкости конденсатора C8 добиваются устойчивой работы системы и подавление в спектре сигнала составляющих с частотой образцового генератора. Конденсатор C11 может и не понадобиться.

Затем при работающей ФАПЧ точно устанавливают выходную частоту подбором емкости конденсаторов C2, C4 и более точно подстроечным конденсатором C3. В заключение проверяют напряжение на конденсаторе C8, оно должно быть около половины напряжения питания.

По такой схеме можно собрать генераторы и на более высокие или низкие частоты, например, гетеродин с частотой 404 МГц — для

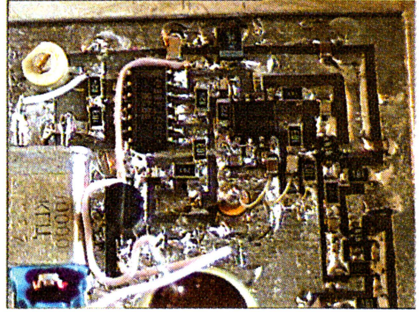


Рис. 3

Лог. уровень на выв. 3	Лог. уровень на выв. 6	Коэффициент деления
1	1	64
1	0	65
0	1	128
0	0	129

трансвертера 28/432 МГц или 116 МГц — для трансвертера 28/144 МГц. Буферный усилитель на транзисторе VT1 при этом можно исключить; индуктивность катушки L1 и емкость конденсатора C17 надо увеличить, а варикап применить с большей емкостью. Для этого можно изменить и коэффициент деления микросхемы DD2 (см. **таблицу**) или применить микросхему делителя частоты с другим коэффициентом деления, а также применить соответствующий кварцевый резонатор. Например, если в наличии не окажется кварцевого резонатора на частоту 10,125 МГц, то можно использовать резонатор на 10 МГц, установить в микросхеме DD2 коэффициент деления 129 и тогда можно получить выходную частоту 1290 МГц.

Редактор – А. Соколов, графика – Ю. Андреев

Сверлилка изготовлена из электродвигателя ДП40-0,16-2-9-Д20 отслужившего свой срок видеомагнитофона ВМ-12. На вал двигателя напрессован патрон, способный фиксировать сверла диаметром от 0,1 до 4 мм. Указанный электродвигатель удобен тем, что оснащен датчиком частоты вращения, позволяющим обеспечить стабилизацию этого параметра.

Схема одного из вариантов электронного блока стабилизации частоты вращения сверла показана на **рис. 1**. Во время вращения ротора электродвигателя обмотка Д датчика вырабатывает переменное напряжение частотой, пропорциональной частоте вращения ротора. Это напряжение после усиления и предварительного формирования узлом на транзисторах VT3, VT4 поступает на вход триггера Шмитта DD1.1.

Этот триггер формирует на выходе однополярные прямоугольные импульсы с постоянной амплитудой. На триггерах Шмитта DD1.2, DD1.3 собран формирователь, который "калибрует" импульсы по длительности. Таким образом на выходе триггера DD1.3 будут присутствовать импульсы с постоянными амплитудой и длительностью, а скважность импульсов будет пропорциональна частоте вращения электродвигателя M1. Триггер DD1.4 исполняет роль буферного инвертора.

Импульсы высокого уровня с выхода элемента DD1.4 заряжают накопительный конденсатор C3. Диод VD5 препятствует разрядке конденсатора через выходную цепь триггера DD1.4. Напряжение на конденсаторе C3, пропорциональное только частоте вращения ротора электродвигателя M1, приложено к инвертирующему входу ОУ DA1, включенного компаратором напряжения.

На неинвертирующий вход компаратора подано образцовое стабилизированное напряжение, которое можно изменять переменным резистором R4. Выходной сигнал компаратора управляет регулирующим элементом на транзисторах VT1, VT2, от которого зависит ток, протекающий через электродвигатель, а значит, мощность на его валу.

Так, например, минимальная частота вращения (несколько десятков оборотов в минуту) соответствует напряжению на двигателе примерно 1,7 В. При увеличении нагрузки на вал напряжение увеличивается до 5...6 В, а при попытке остановить вал — до 14 В. Максимальная частота вращения ротора — 2000 мин$^{-1}$.

Устройство практически моментально реагирует на колебания нагрузки на сверло. Это достигнуто тем, что инвертирующий вход компаратора напряжения подключен через резистор R9 к цепи нагрузки регулирующего элемента. Резистор R9 вместе с резистором R3 образуют делитель напряжения ОС. Резистор R9 также входит в одну из цепей разрядки конденсатора C3.

Резисторы R8 и R10 — нагрузочные. Резистор R7 — токоустанавливающий для программируемого ОУ КР1407УД2.

Блок питания построен традиционно. Низковольтный выпрямитель — диодный мост VD1—VD4. Микросхема DD1 питается от параметрического стабилизатора R2VD6. Этот же стаби-

E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

Регулятор—стабилизатор частоты вращения сверла

В. МИТЬКО, г. Вышний Волочек Тверской обл.

Миниатюрная ручная сверлилка для сверления мелких отверстий в печатных платах уже давно стала привычным инструментом в радиолюбительской мастерской. Маломощный низковольтный электродвигатель сверлилки обычно питают от источника постоянного напряжения. Поэтому при увеличении нагрузки на сверло его обороты заметно уменьшаются, затрудняя работу и увеличивая затраты времени на сверление.

Ниже описано устройство, позволяющее регулировать частоту вращения сверла и обеспечивающее независимость частоты вращения от нагрузки.

лизатор питает формирователь образцового напряжения R4R5R6.

В регуляторе—стабилизаторе частоты вращения использованы резисторы МЛТ, неполярные конденсаторы — К73-17 и КМ-4, оксидные — импортные (но подойдут и отечественные К50-35). Вместо КД226Б можно применить любые другие диоды с прямым током не менее 1,5 А и обратным напряжением более 50 В. Стабилитрон VD6 может быть на напряжение стабилизации в пределах 7...10 В.

Транзисторы VT1, VT3, VT4 — любые из серий КТ315, КТ3102; VT2 — любой мощный с током коллектора не менее 2 А, обратным напряжением не менее 30 В и рассеиваемой мощностью не менее 15 Вт. Мощный транзистор необходимо снабдить теплоотводом площадью не менее 100 см^2.

Трансформатор Т1 использован от того же видеомагнитофона. Подойдет и другой трансформатор мощностью не менее 25 Вт со вторичной обмоткой на 16...18 В при токе 1 А.

Большинство деталей регулятора—стабилизатора размещено на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы показан на **рис. 2**. Все устройство я смонтировал в корпусе серийного блока питания БП-10-12. Сверлилка соединена с блоком гибким трехпроводным кабелем.

Если ваша сверлилка изготовлена на базе другого электродвигателя, не имеющего встроенного датчика частоты вращения ротора, то и в этом случае ее можно питать от описанного регулятора—стабилизатора. Потребуется только оснастить электродвигатель миниатюрным датчиком.

Наиболее часто используемый датчик частоты вращения — оптопара, составленная из ИК излучающего диода, ИК фотодиода, и дисковый прерыватель излучения, укрепленный на валу. Схема включения датчика показана на **рис. 3,а**. Излучающий диод BI1 и фотодиод BL1 укреплены по разные стороны от вращающегося вместе с валом электродвигателя диска из тонкой непрозрачной пластмассы. В диске по окружности через равные угловые расстояния просверлены восемь отверстий диаметром около 2 мм.

При вращении вала в цепи фотодиода формируются импульсы напряжения, которые надо подать на вход триггера Шмитта DD1.1 регулятора—стабилизатора (к точке А на схеме). Датчик необходимо закрыть от внешних источников света непрозрачным чехлом. При налаживании регулятора—стабилизатора с таким датчиком, воз-

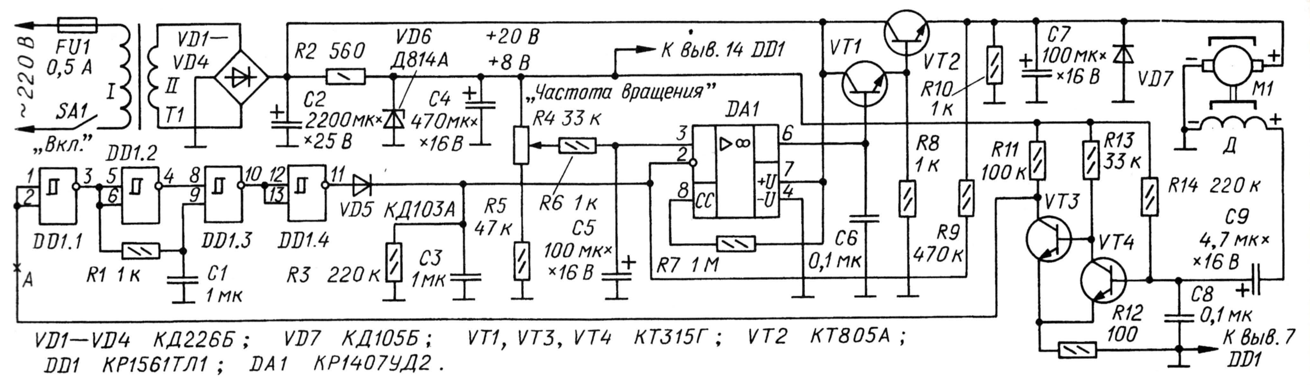


Рис. 1

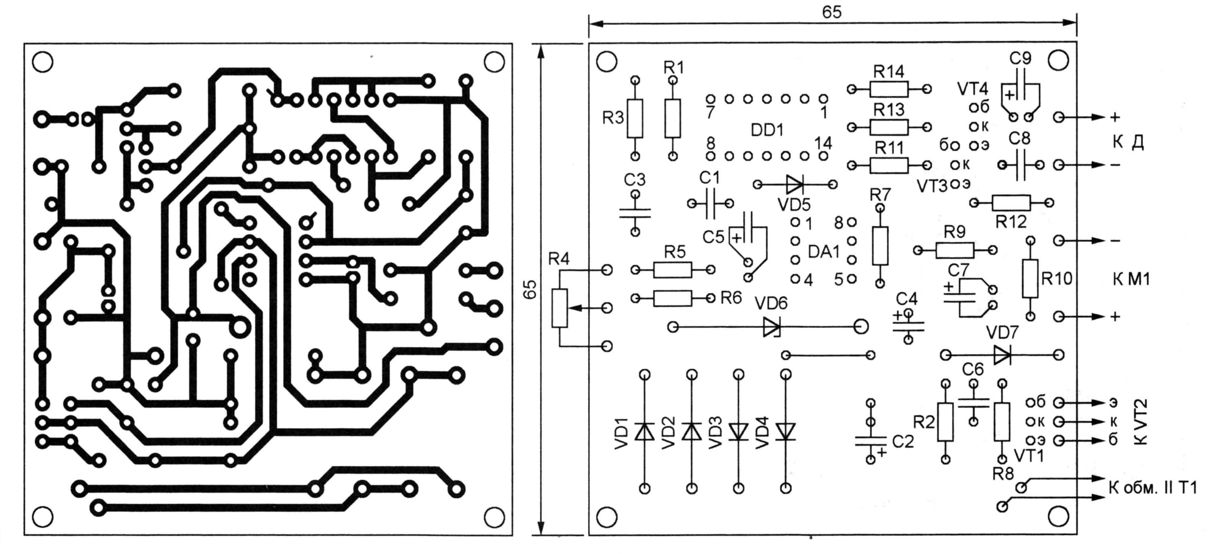


Рис. 2

E-mail: technol@radio.ru
тел. 207-88-18

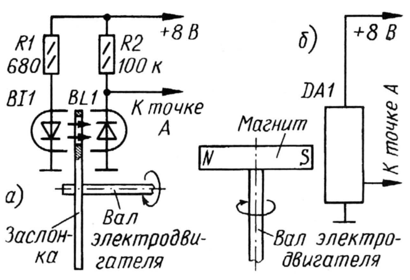


Рис. 3

можно, потребуется уточнить номинал конденсатора С3.

Очень простой датчик частоты вращения можно собрать на микросхеме, работающей на эффекте Холла. Такую микросхему и постоянный магнит к ней можно демонтировать из старого вентилятора компьютера, есть они и в продаже в магазинах радиодеталей.

Магнит крепят на валу электродвигателя, а рядом монтируют микросхему DA1 (**рис. 3,б**). Выходные импульсы микросхемы подают на вход триггера Шмитта DD1.1. Поскольку ассортимент выпускаемых микросхем Холла чрезвычайно широк, сборке окончательного варианта конструкции датчика должна предшествовать его экспериментальная отработка на макете.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

***От редакции**. Некоторые специалисты считают, что у сверлильных устройств, подобных описанному, целесообразнее стабилизировать момент на сверле — тогда при его случайном заклинивании не произойдет поломки.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Переключатель двух гирлянд

В. ГРИБОВ, г. Лысьва Пермской обл.

Предлагаемое несложное устройство управляет двумя гирляндами на напряжение 220 В. Пока одна из них горит непрерывно, вторая мигает, затем гирлянды меняются ролями. Частоту переключения и мигания можно регулировать, добиваясь наибольшего эффекта.

Схема переключателя показана на **рис. 1**. На микросхеме DD1 собраны два мультивибратора. Первый из них (на элементах DD1.1, DD1.3) генерирует импульсы частотой приблизительно 0,5 Гц, второй (на элементах DD1.2, DD1. 4) — в десять раз более высокой.

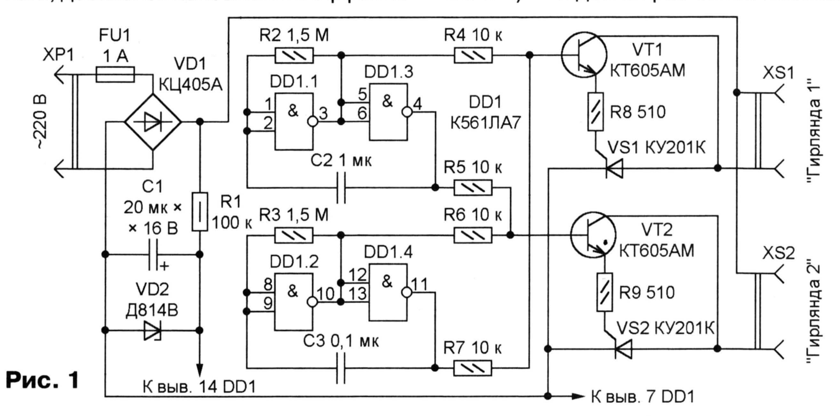


Рис. 1

Пока на выходе элемента DD1.3 присутствует высокий логический уровень, поступающего на базу транзистора VT2 через резистор R4 напряжения, независимо от логического уровня на выходе элемента DD1.2, достаточно для открывания транзистора, а с ним и тринистора VS2, Гирлянда, подключенная к розетке XS2, горит непрерывно.

В это же время импульсы с выхода элемента DD1.4, поступая через резистор R6 на базу транзистора VT1, периодически включают гирлянду, подключенную к розетке XS1, заставляя ее мигать. Через полпериода колебаний первого (низкочастотного) мультивибратора низкий уровень на выходе элемента DD1.1 сменится высоким, а на выходе элемента DD1.3 — наоборот. В результате тринистор VS1 будет открыт, а тринистором VS2 начнут управлять импульсы высокочастотного мультивибратора. До следующей смены уровней на выходах низкочастотного мультивибратора первая гирлянда горит непрерывно, а вторая мигает.

Так как тринисторы правильно работают только при определенной полярности приложенного к ним напряжения, они и гирлянды подключены к сети через выпрямитель — диодный мост VD1. Напряжение питания подано на микросхему со стабилитрона VD2. Резистор R1 гасит излишек напряжения, а конденсатор C1 сглаживает пульсации.

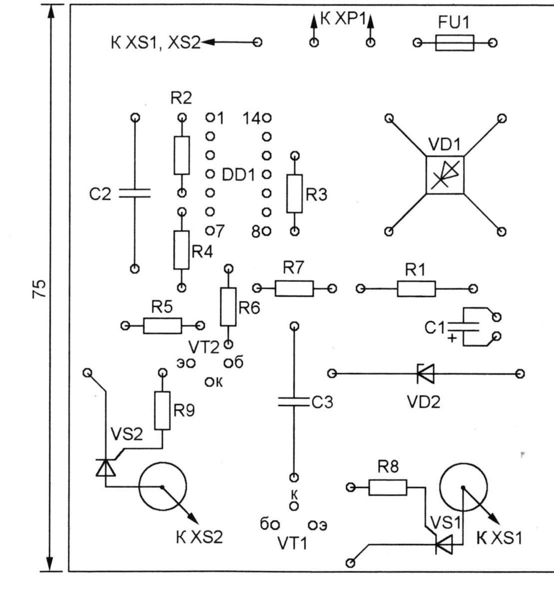


Рис. 2

Детали переключателя размещены на печатной плате, изображенной на **рис. 2**. Они непосредственно связаны с сетью, поэтому собирать конструкцию следует в корпусе из изоляционного материала, соблюдая все необходимые для защиты от поражения электрическим током меры предосторожности. Розетки XS1 и XS2 устанавливают на боковых стенках корпуса, а вилку XP1 снабжают достаточно длинным шнуром.

Редактор — А. Долгий, графика —А. Долгий

Управляемый инвертор для питания трехфазного двигателя

Э. МУРАДХАНЯН, г. Ереван, Армения

Изменять частоту вращения трехфазного асинхронного двигателя с сохранением высоких показателей надежности и КПД во всем интервале регулирования не представляется возможным без поддержания постоянным отношения эффективного значения подаваемого на двигатель напряжения к его частоте. Автор предлагает свое решение этой задачи.

Частоту вращения ротора асинхронного трехфазного двигателя регулируют изменением частоты питающего напряжения. Ток в обмотках и вращающий момент на валу такого двигателя пропорциональны магнитному потоку в его статоре, который, в свою очередь, пропорционален отношению приложенного к обмоткам напряжения к частоте. С уменьшением частоты питающего напряжения при его неизменном эффективном значении ток в обмотках растет. Это ведет к перегреву самого двигателя и силовых элементов устройства его питания.

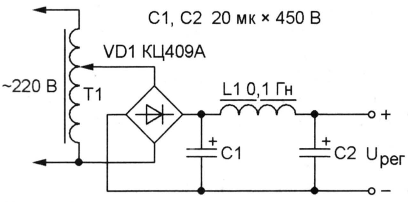


Рис. 1

амплитуда напряжения на каждой обмотке не превышает $220\cdot\sqrt{2} \approx 310$ В вместо номинальных $380\cdot\sqrt{2} \approx 540$ В для большинства двигателей. С учетом прямоугольной формы выходных колебаний инвертора, это дает возможность сравнительно безопасно для двигателя снижать частоту до 38...40 Гц без уменьшения напряжения.

Чтобы изменять питающее инвертор постоянное напряжение, а с ним и амплитуду выходного трехфазного, достаточно дополнить примененный в [1] мостовой выпрямитель регулируемым автотрансформатором, как показано на **рис. 1**. При мощности двигателя более 300 Вт диодный мост VD1 придется заменить рассчитанным на больший ток (можно собрать мост и из отдельных диодов), а также увеличить емкость сглаживающих конденсаторов C1, C2.

Один из способов одновременного изменения частоты и напряжения, предложенный, например, в [2], заключается в механическом соединении подвижного контакта регулируемого автотрансформатора с движком управляющего частотой обычного генератора импульсов на распространенной микросхеме КР1006ВИ1.

В формирователе управляющих импульсов для выходных транзисторов трехфазного инвертора, схема которого показана на **рис. 2**, задающий генератор собран именно на такой микросхеме (DA1). При $U_{рег} >> U_0$ (U_0=12 В — напряжение питания DA1) и R1>>R2 частота генерируемых импульсов

$$f \approx 1{,}4\frac{U_{рег}}{U_0 R1C1} = \frac{U_{рег}}{8{,}4R1C1},$$

а их длительность $t_и \approx 0{,}7R2C1$.

В результате, регулируя напряжение питания инвертора, мы пропорционально изменим частоту задающего генератора и тем самым частоту вращения двигателя, сохраняя таким образом постоянными потребляемый ток, магнитный поток в статоре и вращающий момент на валу двигателя.

Через элемент DD1.1 импульсы задающего генератора поступают на входы С D-триггеров DD2.1, DD2.2, DD3.1, образующих генератор трехфазной импульсной последовательности. Пока нарастающее после включения напряжение питания микросхем не превысило порог срабатывания детектора превышения напряжения DA2 (5,3 В), триггеры находятся в состоянии, заданном подключением их входов R и S. Логический уровень на выводе 1 DD2 низкий, на выводах 13 DD2 и 1 DD3 — высокий. После срабатывания детектора формирователь переходит в рабочий режим. Уровни на выходах микросхем изменяются с каждым импульсом задающего генератора, как показано на временных диаграммах **рис. 3**.

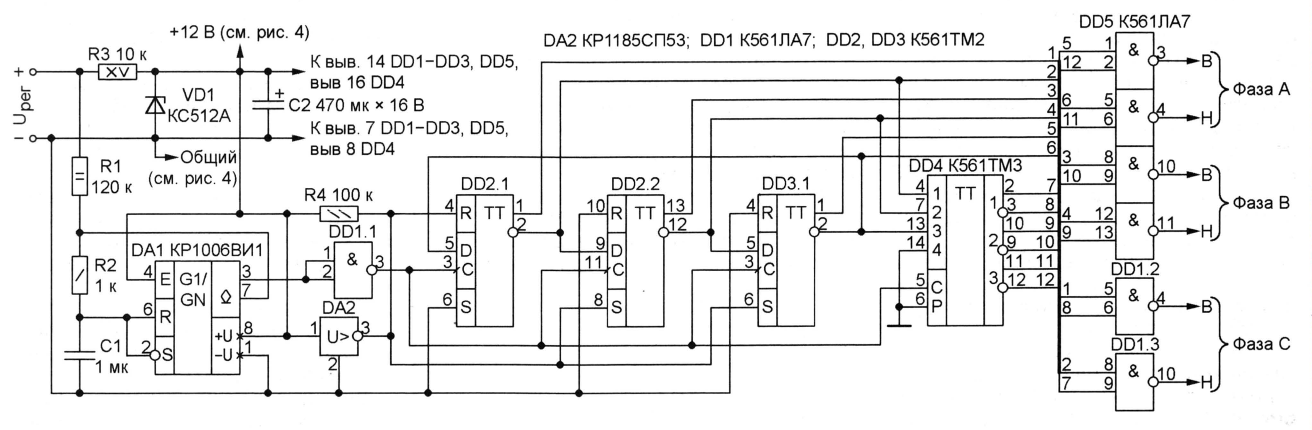


Рис. 2

Относительно благополучна работа на частоте выше номинальной. Предел ее повышения зависит в основном от механических свойств двигателя и может составлять 70...80 Гц (4000...5000 мин$^{-1}$). Однако в результате уменьшения тока в обмотках мощность двигателя и вращающий момент на его валу снижаются.

В любительской практике трехфазное напряжение регулируемой частоты получают с помощью полупроводникового инвертора из выпрямленного однофазного сетевого напряжения. Так сделано, например, в [1]. В результате

щего частотой переменного резистора. Этот трудоемкий в изготовлении и не очень надежный механический узел имеет смысл заменить электронным. Для этого нужно применить в качестве задающего генератора инвертора преобразователь напряжения в частоту, подав на его вход часть регулируемого постоянного напряжения $U_{рег}$. Совсем не обязательно пользоваться прецизионными преобразователями, например, микросхемой КР1108ПП1, требующей к тому же двух источников питания. Достаточная точность может быть достигнута электронной регулировкой ча-

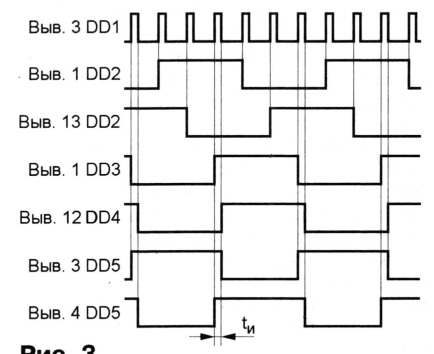


Рис. 3

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

С помощью D-триггеров микросхемы DD4 получают трехфазную импульсную последовательность, задержанную относительно исходной. Это необходимо для образования пауз между импульсами, открывающими силовые транзисторы инвертора. На тактовый вход микросхемы DD4 поданы импульсы задающего генератора, однако в данном случае состояние триггеров изменяется по их спадам, а не фронтам, чем и достигается задержка, равная длительности импульса. Из прямых и инверсных выходных сигналов всех триггеров устройства элементы И-НЕ DD5, DD1.2, DD1.3 формируют импульсы управления "верхними" (В) и "нижними" (Н) силовыми ключами трехфазного инвертора.

Напряжение +12 В для питания микросхем может быть подано от любого подходящего источника. В данном случае оно получено из напряжения $U_{рег}$ с помощью параметрического стабилизатора R3VD1. Резистор R3 — ПЭВ-15 или несколько соединенных параллельно резисторов меньшей мощности. Хотя КПД подобного стабилизатора очень низок, при мощности двигателя в сотни ватт это практически не ухудшает КПД электропривода в целом и принятое решение оправдано. Тем более, что зашунтировать конденсатор С2 (см. рис. 1) резистором все равно необходимо, чтобы обеспечить его быструю разрядку по окончании работы. Стабилизатор берет на себя и эту функцию.

Три одинаковых узла силовых ключей инвертора (по одному на фазу) построены по схеме, изображенной на **рис. 4**. В качестве драйверов выходных полевых транзисторов VT1, VT2 применены таймеры КР1006ВИ1 (DA1 и DA2), работающие в режиме триггеров Шмидта. Они позволяют получить импульсы тока затвора транзисторов амплитудой до 200 мА, что гарантирует быстрое переключение.

Обратите внимание на так называемый "бутстрепный" способ питания микросхемы DA1. Он позволяет обойтись без трансформатора питания с несколькими изолированными вторичными обмотками, отдельных выпрямителей и стабилизаторов напряжения для питания аналогичных узлов в каждой из фаз.

Когда открыт транзистор VT2, минусовый вывод конденсатора С1 фактически соединен с общим проводом. Через диод VD1 этот конденсатор заряжается до напряжения 12 В. При закрытом транзисторе VT2 закрыт и диод VD1, но накопленный конденсатором С1 заряд остается достаточным для питания микросхемы DA1, пока транзистор вновь не будет открыт.

Требования к диоду VD1 — допустимое обратное напряжение не менее 400 В и обратный ток значительно меньше потребляемого микросхемой DA1. Более подробно с бутстрепным питанием драйверов силовых ключей можно ознакомиться в [3] применительно к микросхемам IR2130, IR2132, выпускаемым фирмой International Rectifier специально для трехфазных инверторов.

При правильном монтаже и исправных элементах устройство не требует налаживания и позволяет регулировать частоту вращения трехфазного асинхронного двигателя мощностью 300 Вт в интервале 750...3500 $мин^{-1}$. Заменив силовые элементы более мощными, подобный регулятор применяли с двигателями мощностью до 1,1 кВт. При подборе замен можно пользоваться рекомендациями, приведенными в [4].

Если нет возможности изменять напряжение питания инвертора автотрансформатором, при незначительной корректировке схемы формирователя управляющих импульсов (см. рис. 2) удается регулировать среднее значения напряжения на обмотках двигателя за счет изменения длительности пауз между открыванием и закрыванием силовых транзисторов. Как было сказано выше, эти паузы равны длительности импульсов задающего генератора. Заменив генератор на микросхеме КР1006ВИ1 другим, построенным по схеме, изображенной на **рис. 5**, получим возможность с помощью переменного резистора R2 одновременно изменять частоту повторения импульсов

от $$f_{max} = \frac{1}{2C1(R1+R2')}$$

до $$f_{min} = \frac{1}{2C1(R1+R2+R2')}$$

и их длительность от $t_{и\ min}$=2C1R2' до $t_{и\ max}$ = 2C1(R2 + R2').

В генераторе использован свободный триггер микросхемы DD3 (см. рис. 2). Практическая проверка показала, что таким способом удается безопасно снижать частоту вращения двигателя почти в два раза, чего во многих случаях вполне достаточно.

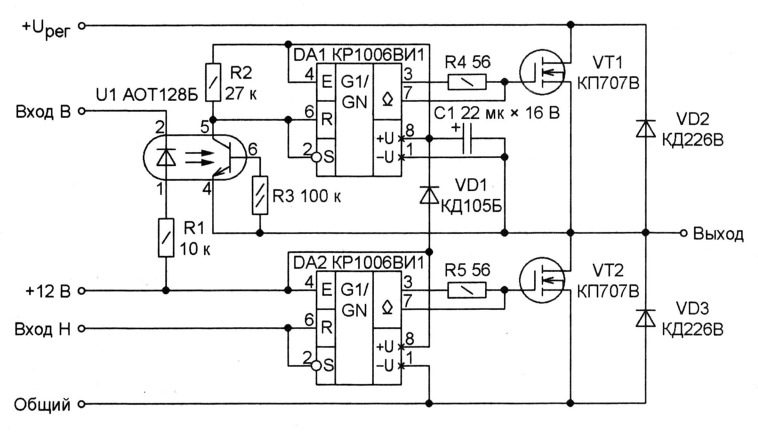


Рис. 4

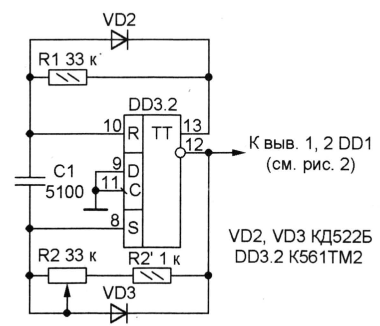


Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дубровский А.** Регулятор частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей. — Радио, 2001, № 4, с. 42, 43.
2. **Калугин С.** Доработка регулятора частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей. — Радио, 2002, № 3, с. 31.
3. Six-Output 600V MGDs Simplify 3-Phase Motor Drives — <**http://www.irf.com/technical-info/appnotes/an-985.pdf**>.
4. **Семенов Б.** Силовая электроника для любителей и профессионалов. — М.: Солон, 2001.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

Регистратор колебаний поверхности земли

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Инфранизкочастотные колебания, возникающие при землетрясениях, обвалах, взрывах и др., распространяются в толще земли и воды на сотни и тысячи километров и давно уже используются для регистрации подобных событий. С этой целью разработаны специальные приборы — сейсмографы.

Ниже помещено описание самодельного регистратора такого рода колебаний. По сравнению с профессиональной аппаратурой он обладает не очень высокой чувствительностью и не приспособлен для записи колебаний, но может быть использован в охранной технике.

В профессиональной сейсмической аппаратуре используют различные преобразователи механических колебаний в электрический сигнал, в том числе и пьезоэлектрические [1]. Такой преобразователь несложно изготовить из любого пьезоакустического излучателя серии ЗП. Конструкция одного из вариантов такого устройства показана на **рис. 1**.

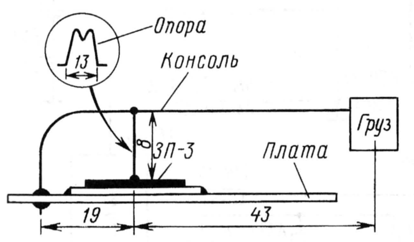


Рис. 1

Рис. 2

К открытой обкладке пьезоэлемента припаивают М-образную проволочную опору, а затем припаивают его по внешнему контуру к печатной плате. Из стальной упругой проволоки диаметром 0,5 мм изготавливают Г-образную консоль, отогнутый конец которой впаивают в плату, а на свободном конце фиксируют груз массой 4...8 г. Для удобства сборки и ремонта крепление груза следует выполнять разъемным. Пропаивают и точку касания консоли с опорой. Как показал опыт, частота механического резонанса такой системы — около 10 Гц.

Принципиальная схема электронной части датчика показана на **рис. 2**. На микромощном ОУ DA1 собран линейный усилитель с коэффициентом усиления около 100. Нижняя частотная граница усилителя — 0,2...0,3 Гц. Верхняя, специально ничем не ограниченная, при необходимости может быть понижена до нужной подключением конденсатора C7.

ОУ DA2 включен компаратором напряжения. Порог его срабатывания устанавливают подстроечным резистором R7. Поскольку постоянная времени входной цепи R9(C3+C4) = 15...20 с, то компаратор, сохраняя высокую чувствительность к сигналам в рабочей частотной полосе (от единиц до десятков герц), практически не реагирует на медленные изменения напряжения.

В дежурном режиме на выходе ОУ DA2 устанавливается напряжение, близкое к нулю, что для логических элементов цифровой микросхемы DD1 соответствует низкому уровню. На выходе элемента DD1.3 при этом также низкий уровень, поэтому транзистор VT1 закрыт, светодиод HL1 выключен; на выходе элемента DD1.4 — высокий уровень.

Когда напряжение на инвертирующем входе ОУ DA2 меньше, чем на неинвертирующем, выходное напряжение ОУ равно 3,8 В (4,5 В — 0,7 В). Этого достаточно для запуска одновибратора на элементах DD1.1 и DD1.2. Длительность импульса одновибратора — 0,2 с. Такую длительность будут иметь и импульс низкого уровня на выходе SIGN датчика, и вспышка светодиода HL1. Заметим, что длительность электрического импульса примерно равна двум периодам колебаний при механическом резонансе системы (10 Гц). Это позволяет не слишком сильно ее демпфировать.

Датчик монтируют на круглой печатной плате, которую изготавливают из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертеж платы представлен на **рис. 3**. Почти вся фольга со стороны деталей и преобразователя использована в качестве общего провода. На этом виде фольга нетрадиционно показана белым цветом, а черная кольцевая полоса — место, где фольга удалена. Места паек к фольге показаны квадратами. Фольгу вокруг отверстий под выводы деталей, не соединяемые с общим проводом, вытравливают или удаляют зенковкой. Квадратами с кругом в центре обозначены отверстия, в которые вставлены и пропаяны с обеих сторон платы проволочные перемычки.

"Заземляемые" выводы микросхем отгибают под прямым углом. Выводы оксидных конденсаторов пропущены в отверстия диаметром 3,5 мм и припаяны к контактным площадкам со стороны печати.

К выделенной в центре части фольги припаивают обойму пьезоизлучателя BM1 и собирают на нем преобразователь. Фиксируемый в плате конец упругой консоли пропаивают с обеих сторон платы.

Все постоянные резисторы — МЛТ-0,125, а подстроечный — СП3-38б. К конденсаторам C2, C3 и C4 предъявляются повышенные требования в отношении тока утечки, который при напряжении 3 В не должен превышать 0,2 мкА. Рекомендуются высокотемпературные (105 °С) оксидные конденсаторы с рабочим напряжением 50...100 В — USL или CHANG. Светодиод — любой, дающий яркое свечение при токе 0,5...0,7 мА; годятся, кроме указанного, КИПД14А-К и АЛ307КМ.

Плата помещена в круглую жестяную банку (с крышкой) диаметром 80 и высотой 20 мм. Печатная плата прикреплена винтами М2 к трем припаянным к дну банки латунным опорам высотой 3...4 мм. Такой кожух защищает датчик от электрических наводок и механических воздействий. Если потребуется, его легко герметизировать.

Принятый сейсмическим датчиком одиночный импульс может быть и случайным, последовательность же импульсов значительно информативнее. Самый простой способ выделить в такой последовательности что-то важное, настораживающее — частотный. По-

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

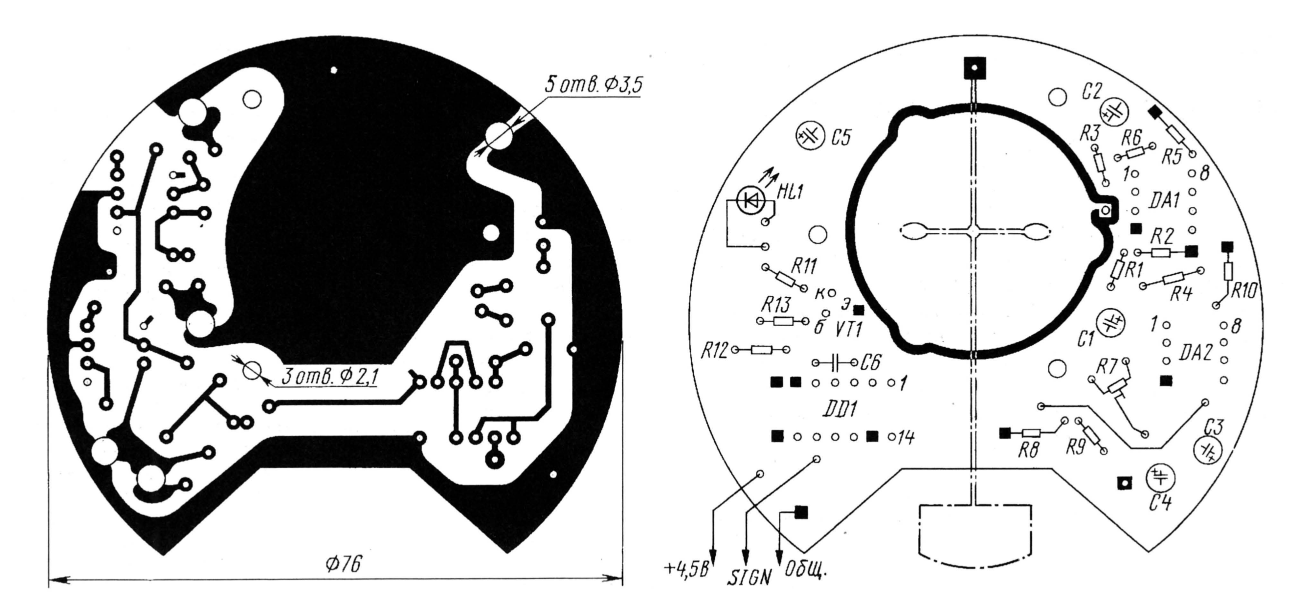


Рис. 3

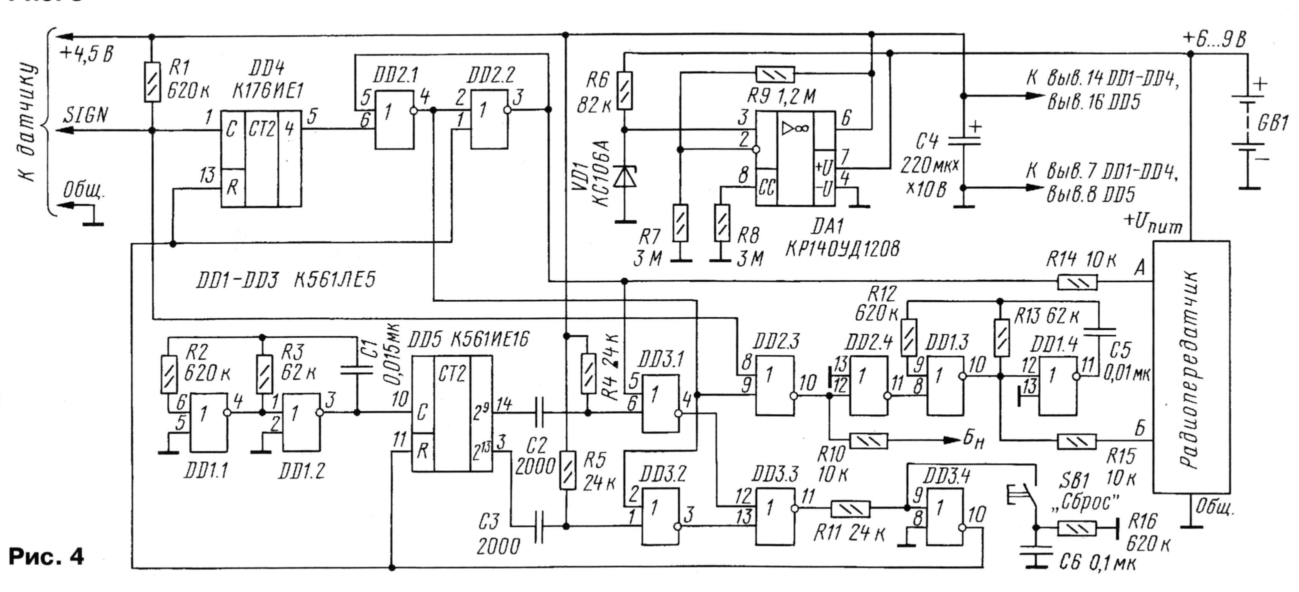


Рис. 4

этому редкие импульсы относят к случайным и игнорируют, а частые — к заслуживающим внимания.

На **рис. 4** показана схема блока обработки сигналов. В его основе — счетчик DD4, суммирующий поступающие от датчика импульсы, и счетчик DD5, формирующий либо короткие временные интервалы (если число принятых импульсов не превышает установленное), либо продолжительные.

Импульсы частотой 540 Гц поступают на счетчик DD5 от мультивибратора, собранного на элементах DD1.1 и DD1.2. Частота импульсов высокого уровня на выходе 2^9 счетчика — 0,5 Гц. Это значит, что по спаду каждого импульса длительностью 2 с на нижнем по схеме входе элемента DD3.1 будет возникать короткий (R4C2 = 50 мкс) импульс низкого уровня. Если к этому моменту триггер на элементах DD2.1, DD2.2 не перешел в единичное состояние (для чего на выходе 4 счетчика DD4 должен возникнуть высокий уровень), короткий импульс низкого уровня, пройдя через элементы DD3.1, DD3.3, DD3.4, преобразуется в единичный, возвращающий сигналом с выхода элемента DD3.4 всю систему в исходное состояние. Это дежурный режим сейсмографа: сейсмоимпульсы относительно редки.

Но если триггер DD2.1, DD2.2 успеет перейти в единичное состояние, то элемент DD3.1 будет заблокирован. Сейсмосигнал поступит на исполнительное устройство сейсмографа — радиопередатчик. Счетчик DD5 будет работать до появления низкого уровня на выходе 2^{13} (около 30 с), возвращающего устройство в исходное состояние. Нажатием на кнопку SB1 это можно сделать в любой момент.

Радиопередатчик использован точно такой же, как в комплексе "Радиоэлектронная охрана поселка" [2]. Он включается сигналом высокого уровня на входе А. Модулирующее напряжение поступает на вход Б передатчика в виде последовательности импульсов частотой 0,8 кГц, которую формирует мультивибратор, собранный на элементах DD1.3 и DD1.4. Если на вход Б передатчика подать сигнал с резистора R10, излучение будет немодулированным.

Датчик и блок обработки сигналов питаются от стабилизатора напряжения, собранного на ОУ DA1. Образцовое напряжение 2,9...3,5 В задает стабилитрон VD1. Напряжение на выходе стабилизатора — 4,5 В.

Блок обработки сигналов монтируют на плате, изготовленной из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (**рис. 5**). Приемы монтажа те же, что и при изготовлении платы датчика. Заметим лишь, что плата блока обработки сигналов имеет те же размеры, что и плата управляющего устройства к передатчику [2], и может быть установлена вместо нее.

Датчик соединяют с блоком обработки сигналов тонким трехпроводным кабелем (общим проводом может служить его экранирующая оплетка) длиной не более 10 м.

Процесс налаживания прибора начинают с установки его чувствительности.

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

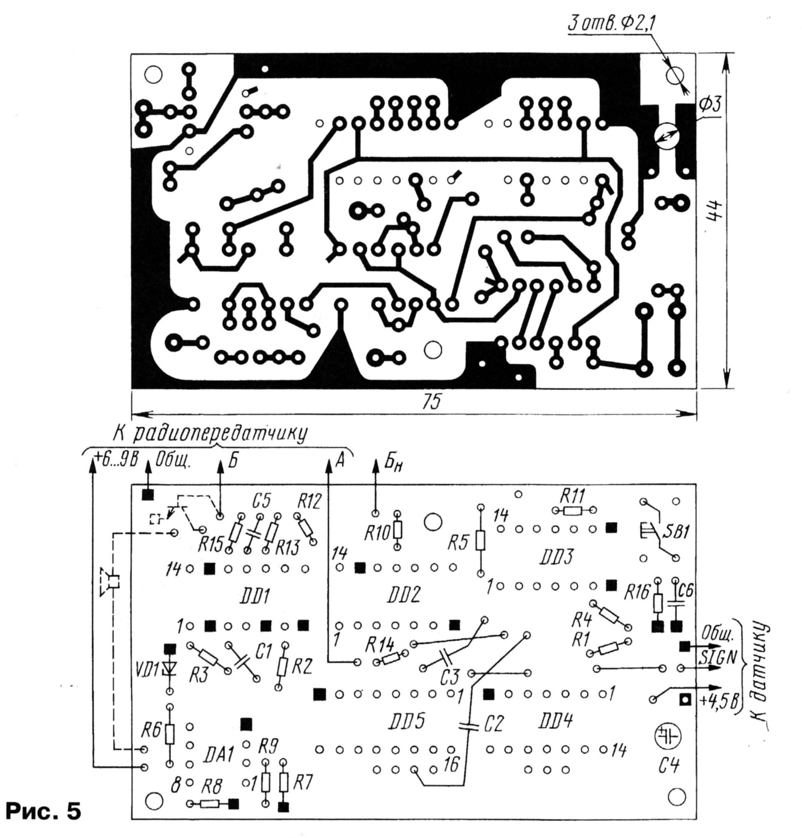


Рис. 5

Выждав 10...15 мин после включения питания, устанавливают порог срабатывания. Причина столь продолжительной выдержки — большая постоянная времени цепи R6R3C2 линейного усилителя (см. рис. 2). Для установления рабочего режима усилителя требуется время, в 10 раз превышающее эту постоянную времени. Чувствительность регулируют подстроечным резистором R7, ориентируясь на вспышки светодиода HL1: когда нет воздействия на датчик, их быть не должно.

Важный этап налаживания прибора — демпфирование его собственных колебаний. Для этого все пространство вокруг груза (в вырезе печатной платы) заполняют распушенной синтетической ватой (она лучше сохраняет приданную ей форму). Плотность этого ватного "облака" должна быть такой, чтобы на единичный механический импульс датчик реагировал бы лишь одним-двумя электрическими. Излишняя плотность приведет к уменьшению сейсмочувствительности прибора, недостаточная — к длительным собственным колебаниям, маскирующим действительное внешнее воздействие.

Чувствительность в очень большой мере будет зависеть от жесткости механического контакта датчика с контролируемой поверхностью. Мягкая прокладка в виде, например, взрыхленного грунта, многократно ослабит сигнал. В какой-то мере потерю чувствительности можно уменьшить, прижав датчик к грунту чем-то тяжелым, но лучше поискать что-то жесткое и уже вросшее в землю, например, давно лежащий кирпич или камень. Если датчик устанавливают на строительную конструкцию, никаких проблем обычно не возникает.

Наивысшую чувствительность прибор имеет к перпендикулярным по отношению к пьезоэлементу толчкам, наименьшую — к направленным вдоль проволочной консоли. Из-за переменного давления в лапах М-образной стойки прибор чувствителен и к боковым толчкам.

Для того чтобы иметь возможность изменять временные соотношения в алгоритме работы прибора, на плате блока обработки сигналов предусмотрены дополнительные контактные площадки, соединенные с выходами счетчиков DD4 и DD5.

Очень невысокое энергопотребление сейсмографа в дежурном режиме (0,18 мА — при 6 В и 0,24 мА — при 9 В) и вполне умеренное при редких выходах в режим передачи ВЧ излучения (48 и 98 мА соответственно) позволяет оставлять прибор в режиме автономной работы на длительное время.

Связь сейсмографа с пунктом наблюдения по радио имеет большое преимущество перед любой другой: сейсмограф может быть установлен непосредственно в зоне, представляющей интерес, а наблюдатель — находиться от нее на значительном расстоянии. Причем наблюдатель не только будет оповещен о повышенной сейсмоактивности в контролируемой зоне, но и сможет оценить характер этой активности (шаги, удары и т. п.).

Если из-за высокого уровня мешающих сигналов максимальная чувствительность прибора не может быть реализована, то пьезоэлемент можно подключить непосредственно к компаратору (без предварительного усилителя), как показано на **рис. 6**.

Чтобы при установке порога чувствительности с датчиком механически не контактировать, резистор R7 и светодиод HL1 могут быть смонтированы в отдельной коробке, соединенной с блоком коротким четырехпроводным кабелем.

Установлению минимального порога может помешать начальный скачок сопротивления подстроечного резистора (в резисторах с характеристикой А — 10...15 % от номинала). Так, при указанных на рис. 2 номиналах резисторов R7 и R8 пороговое напряжение на компараторе можно изменять лишь в пределах 18...170 мВ. Но если резистор R7 будет иметь характеристику В (обычно такие используют в регуляторах громкости), то плавная регулировка порога будет возможна в пределах 3...170 мВ. Конечно, интервал регулировки можно

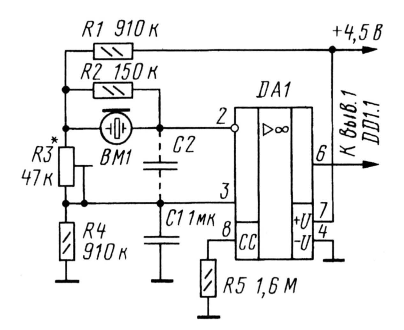


Рис. 6

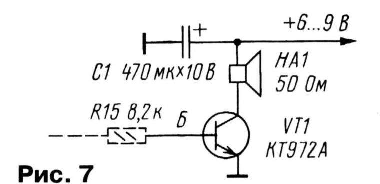


Рис. 7

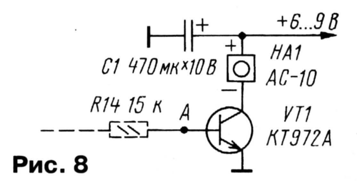


Рис. 8

сместить, сузить или расширить, изменив номиналы резисторов R7 и R8.

Исполнительным устройством вместо радиопередатчика может стать, например, соединенная с блоком обработки сигналов кабелем динамическая головка (см. **рис. 7**; подключение элементов на рис. 5 показано штриховыми линиями). Можно применить и пьезосирену, такой вариант подключения показан на **рис. 8**. Она, не различая сейсмоимпульсов, включится при повышенной сейсмоактивности. Однако проводная связь сейсмографа с пунктом наблюдения имеет очевидные неудобства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гамбурцев Г. А.** Основы сейсморазведки. — М.: ГНТИ, 1959, с. 126—211.

2. **Виноградов Ю.** Радиоэлектронная охрана поселка. — Радио, 2002, № 5, с. 31.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Ю. Андреев

Телефонный аппарат включает освещение

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Если квартирный телефон установлен в месте, где слабое освещение, то при разговоре возникает необходимость включить дополнительное освещение, а по окончании разговора выключить его. Эти функции можно возложить на сам телефонный аппарат, если снабдить его предлагаемой приставкой. Она автоматически включит освещение, когда телефонная трубка будет снята с аппарата (ТА), и выключит его после того, как трубку положат на место.

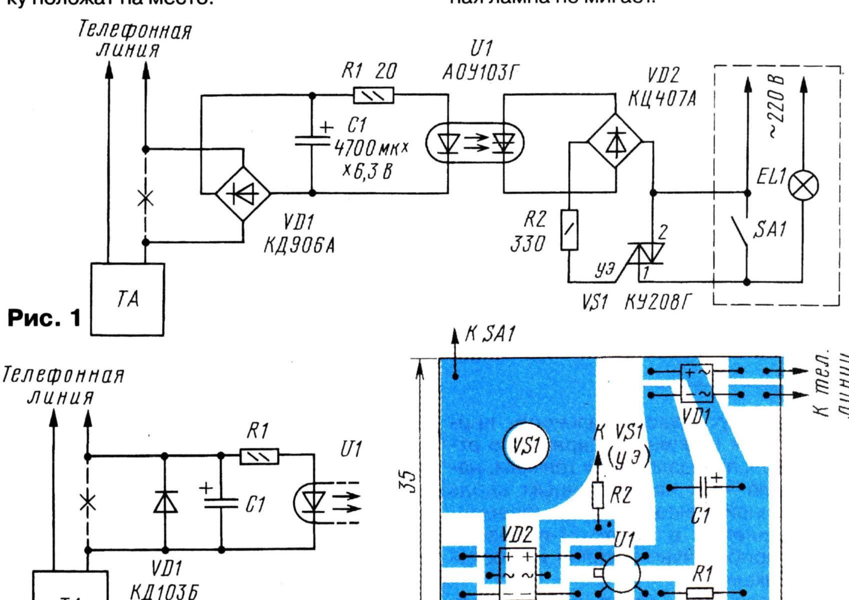


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Схема приставки приведена на **рис. 1**. Вход ее включают в разрыв телефонной линии, что практически не влияет на работу ТА. Кроме того, она не потребляет тока из линии, т. е. не нагружает ее. Выход приставки можно подключить параллельно контактам выключателя SA1 уже имеющейся лампы EL1 или установить дополнительную осветительную лампу с выключателем рядом с ТА.

Когда трубка лежит на ТА, ток через него и приставку не протекает, симистор VS1 закрыт, осветительная лампа не горит. Если поднять трубку, через ТА потечет ток. Этот же ток будет протекать через диодный мост VD1 и излучающий диод оптопары U1, поэтому ее фотодинистор откроется. Напряжение сети через диодный мост VD2, фотодинистор оптрона и резистор R2 поступит на управляющий электрод симистора — он будет открываться в начале каждого полупериода сетевого напряжения и осветительная лампа будет гореть.

Падение напряжения постоянного тока на приставке составляет около 3 В, а переменного — гораздо меньше, поэтому она не оказывает заметного влияния на работу ТА.

Конденсатор C1 и резистор R1 сглаживают пульсации тока через излучающий диод при наборе номера, когда линия разрывается. Поэтому осветительная лампа не мигает.

Чтобы уменьшить падение переменного и постоянного напряжения на приставке, схему ее надо изменить в соответствии с **рис. 2**, но в этом случае необходимо соблюдать полярность включения приставки в линию — соединенные вместе выводы диода, конденсатора и резистора должны быть подключены к плюсовому проводу линии.

Кроме указанных на схеме, в приставке допустимо применить симистор КУ208В, диодные мосты КЦ407А (VD1), КЦ402А–КЦ402И, КЦ405А–КЦ405И (VD2) или составить мосты из диодов КД105Б (VD1), КД105В (VD2). Конденсатор может быть К50-22, К50-24, К50-29, резисторы — МЛТ, С2-33.

Все детали размещены на печатной плате (**рис. 3**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Ее надо разместить в корпусе из изоляционного материала, а провода, соединяющие приставку с сетью, должны иметь надежную изоляцию. Для симистора без радиатора мощность осветительной лампы не должна превышать 150...200 Вт, при большей мощности его надо снабдить радиатором.

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев

Пригодный для подобного сигнализатора датчик росы можно найти в неисправном видеомагнитофоне. Это керамическая пластина на металлическом основании, установленная вблизи вращающегося блока видеоголовок (БВГ). По сигналу этого датчика происходит автоматическая блокировка лентопротяжного механизма. Иначе протяжка магнитной ленты, "приклеенной" выпавшей росой к поверхности БВГ, может привести к повреждению механизма и ускоренному износу видеоголовок.

Использованный в предлагаемой конструкции датчик росы (газорезистор) ГЗР-2Б (**рис. 1**) извлечен из видеомагнитофона "Электроника ВМ-12". Сопротивление между его выводами при нормальной влажности — 1...20 кОм. С приближением к точке росы оно возрастает до нескольких мегаом.

Рис. 1

Принципиальная схема сигнализатора показана на **рис. 2**. Он постоянно подключен к сети переменного тока 220 В, потребляя очень незначительную мощность. Напряжение на конденсаторе фильтра выпрямителя C2 (8...11 В) равно сумме напряжения стабилизации стабилитрона VD1 и прямого падения напряжения на светодиоде HL1, сигнализирующем о включении прибора в сеть. Избыток гасит конденсатор C1. Резистор R1 предотвращает броски тока через диоды выпрямительного моста VD2.

Пока сопротивление датчика B1 мало, напряжение между затвором и истоком полевого транзистора VT2 не превышает 2,5 В — ниже порогового для транзисторов такого типа. Транзистор закрыт, и ток через мигающий светодиод HL2 и пьезокерамический излучатель звука со встроенным генератором HA1 не протекает.

Увеличившееся при срабатывании датчика B1 напряжение затвор—исток открывает транзистор VT2, и мигающий светодиод VD2 периодически вспыхивает. Импульсы тока, текущего через светодиод во время вспышки, приводят в действие излучатель звука HA1. Чувствительность прибора регулируют подстроечным резистором R6.

Экспериментально установлено, что добиваться скачкообразного перехода транзистора VT2 в открытое состояние нет необходимости. Более рациональна подача звуковых сигналов нарастающей по мере увеличения влажности громкости.

Светозвуковой сигнализатор выкипания воды

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Многим случалось забывать на включенной газовой или электроплите чайник или кастрюлю с пищей. В результате после окончательного выкипания воды были испорчены продукты, приходила в негодность посуда, а потухшая горелка, из которой продолжал идти газ, создавала опасность взрыва и пожара. И это далеко не полный перечень последствий подобной забывчивости.

Если в небольшом помещении за короткое время превращен в пар литр-другой воды, относительная влажность воздуха повышается до 100 %, стены, окна, бытовые приборы покрываются микроскопическими капельками росы. Изготовив устройство, фиксирующее этот факт и подающее сигнал, можно вовремя предотвратить неприятности.

Обычно даже после устранения причины срабатывания сигнализатора влажность воздуха в помещении довольно долго не приходит в норму. Чтобы непрерывно повторяющиеся звуковые сигналы не досаждали окружающим, в приборе имеется реле времени на транзисторе VT1, блокирующее сигнал на несколько минут, достаточно нажать на кнопку SB1.

В момент нажатия кнопки конденсатор C3 будет заряжен до напряжения 8...11 В и открывшийся транзистор VT2 зашунтирует датчик B1. Резистор R4, ограничивая зарядный ток, предотвращает обгорание контактов кнопки.

Продолжительность блокировки равна времени разрядки конденсатора C3 его собственным током утечки и через резисторы R2, R3. Их номиналы при необходимости можно подобрать.

Сигнализатор собран на печатной плате, изображенной на **рис. 3**. Она рассчитана на установку постоянных резисторов С2-23, С2-33, С1-4, МЛТ. Резистор R1 желательно применить невозгораемый (Р1-7, Р1-25 или импортный), в крайнем случае — МЛТ-0,5, с которого удалена краска. Подстроечный резистор — РП1-63М, СП4-1 или импортный.

Конденсатор C1 — К73-17, К73-24в, К73-39 на напряжение не менее 630 В постоянного тока или импортный GRF250V~X2. Тип оксидного конденсатора C2 не имеет значения, а C3 следует выбирать с возможно меньшим током утечки. Конденсатор C4 — пленочный или керамический.

Светодиод L-383GDT можно заменить другим подходящим по цвету свечения и размеру, а мигающий L-816BSRC/B — любым из серий L-816B, L-796B, L-56B, L-36B.

Полевые транзисторы подойдут любые из серий КП501, КП505, VN2120, ZVN2120, KP1014KT1, K1014KT1, KP1064KT1, MC-KH1. При замене необходимо учитывать различия в цоколевке и типе корпуса.

Чтобы защитить смонтированную плату от влаги, ее покрывают несколькими слоями лака МЛ-92, ФЛ-98 или клея БФ-2.

В большинстве случаев датчик росы B1 лучше разместить вне сигнализатора, установив его в прохладном, но наиболее подверженном влиянию пара кипящей на плите воды месте. Датчик защищают просторным и открытым для доступа пара корпусом.

Чтобы проверить работоспособность прибора, достаточно выдохнуть воздух из легких непосредственно на датчик — через несколько секунд должен прозвучать сигнал.

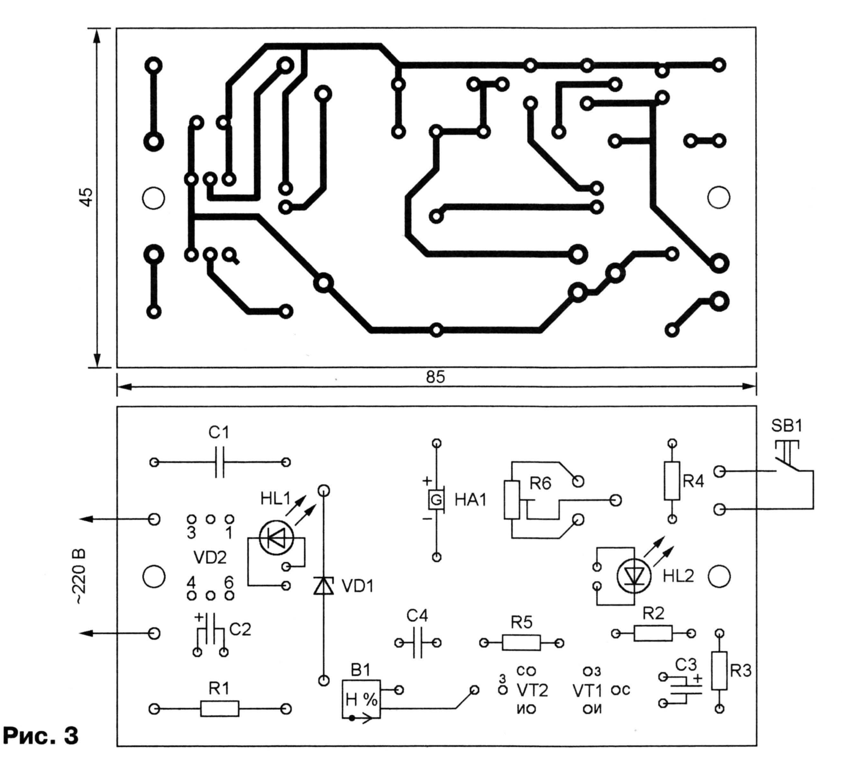


Рис. 2

Рис. 3

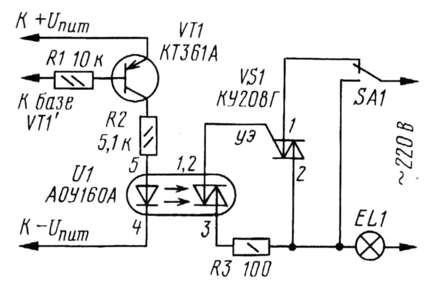
Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — В. Павлов

Световой "звонок" в часах на микросхемах серии К176

А. ШИМОШЕНКО, г. Новокузнецк Кемеровской обл.

Эта несложная приставка к электронным часам, выполненным на микросхемах серии К176, предназначена для включения настольной лампы по сигналу будильника часов. Лампа загорается одновременно со звучанием будильника, обеспечивая не только звуковую, но и световую сигнализацию.

Схема приставки представлена на **рисунке**. Сигнал будильника снимается из цепи базы транзистора VT1′, имеющегося в часах и соединенного с акустическим излучателем, через резистор R1, который ограничивает ток и снижает нагрузку на микросхемы часов. Этот сигнал поступает на базу транзистора VT1 и усиливается им. При поступлении сигнала будильника излучающий диод оптрона U1, включенный в коллекторную цепь, открывается. Когда на фотосимистор оптрона попадает излучение, он замыкает цепь управляющего электрода мощного симистора VS1. При очередном периоде сетевого напряжения симистор VS1 открывается, при этом начинает светиться настольная лампа EL1. Оптрон нужен для гальванической развязки электронных часов от сети. Переключателем SA1 можно включить лампу вне зависимости от сигнала будильника.



Транзистор VT1 можно взять указанной серии с любым буквенным индексом. Оптрон подойдет серии АОУ160, с индексом А, Б или В. Симистор — обязательно КУ208Г, поскольку он должен выдерживать амплитудное значение сетевого напряжения, достигающее 310 В. Все резисторы — МЛТ.

Устройство монтируют печатным способом, однако допустим и навесной монтаж. Переключатель можно использовать тот, который находится в лампе, надо лишь подпаять к нему дополнительные провода. Затем в часах надо отыскать транзистор VT1′ (обычно он единственный), к которому подключен пьезокерамический излучатель звука. К выводу базы этого транзистора подключают резистор R1. Найдя провода питания в часах, подключают к ним выводы $+U_{пит}$ и $-U_{пит}$ приставки. Все операции, проводимые с часами и приставкой, надо проводить только при отключенном питании.

Тщательно проверив правильность монтажа, подключают часы и приставку к сети и убеждаются в их работоспособности. Это устройство можно использовать практически во всех настольных часах, в которых есть необходимое напряжение питания (9 В) и источник звукового сигнала будильника.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Автоответчик для АТС

А. ГУСЕВ, г. Муром Владимирской обл.

Проверяя аппаратуру АТС и линии связи, в том числе межстанционные, телефонисты часто используют простой прием — звонят по специально выделенному номеру дежурному механику, который должен в ответ подтвердить правильность соединения. Но в течение рабочего дня контрольных звонков бывает немного и постоянно держать дежурного у телефона нет смысла. Вполне возможно поручить эту работу автоответчику, особенно на мини- и учрежденческих АТС, где нет постоянного обслуживающего персонала.

Получив вызов, автоответчик должен "снять трубку", некоторое время подавать в телефонную линию опознавательный сигнал, после чего "повесить трубку". Устройство, реализующее эти функции, не составляет труда изготовить самостоятельно по схеме, приведенной на **рисунке**. Его подключают к любой свободной абонентской линии АТС, от нее же прибор получит питание.

В исходном состоянии конденсаторы С2 и С3 разряжены, С7 заряжен до напряжения стабилизации стабилитрона VD5 и на микросхему DD1 поступает питание. Элементы этой микросхемы (К561ТЛ1) — триггеры Шмитта, напряжение на выходах которых изменяется скачком при плавном изменении напряжения на входе. Благодаря низкому логическому уровню на выходе элемента DD1.2 все транзисторы устройства закрыты. Ток, потребляемый от телефонной линии, ограничен резистором R16 и не превосходит допустимого при "лежащей" трубке значения.

Вызывной сигнал АТС (переменное напряжение частотой 25 Гц и амплитудой 80...120 В), выпрямленный диодным мостом VD2, заряжает через резистор R3 конденсатор С2. При указанных на схеме номиналах этих элементов и в зависимости от амплитуды вызывного сигнала через две-три его посылки конденсатор С2 будет заряжен до уровня, при котором произойдет переключение элемента DD1.1 и высокий логический уровень на его выходе сменится низким. В результате конденсатор С6 быстро зарядится через резистор R4 и открывшийся диод VD3. Уровень напряжения на входе элемента DD1.2 станет низким, а на выходе — высоким.

Через эмиттерный повторитель на транзисторе VT3 напряжение высокого уровня поступит в цепь базы транзистора VT1 и откроет его. Конденсатор С2 будет разряжен, а на выходе элемента DD1.1 вновь установлен высокий уровень. Однако до тех пор, пока конденсатор С3 не разрядится через резистор R6 до напряжения переключения элемента DD1.2 (при указанных на схеме номиналах элементов это займет 6...7 с), уровень на выходе последнего останется высоким.

В этом состоянии разрешена работа мультивибратора на элементах DD1.3, DD1.4. Генерируемые им импульсы частотой приблизительно 1500 Гц в сумме с постоянным напряжением с эмиттера транзистора VT3 поступают на базу транзистора VT2. В результате транзисторы VT2—VT5 открыты и в телефонной линии потечет ток, имитирующий "снятие трубки". Так как он промодулирован сигналом мультивибратора, абонент, позвонивший по номеру автоответчика, услышит звуковой тон.

Через несколько секунд (по окончании разрядки конденсатора С3) устройство возвратится в исходное состояние, все транзисторы будут закрыты и АТС получит отбой.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Составной транзистор КТ8225А

Мощный кремниевый n-p-n транзистор КТ8225А изготовлен по эпитаксиально-планарной технологии. Транзистор оснащен двумя встроенными диодами — демпфирующим VD2, включенным встречно между коллектором и эмиттером мощного транзистора VT2, и ограничительным VD1, между коллектором и базой этого транзистора (**рис. 1**). Приборы КТ8225А предназначены для работы в электронных блоках зажигания автомобильных двигателей, а также в различных узлах аппаратуры широкого применения.

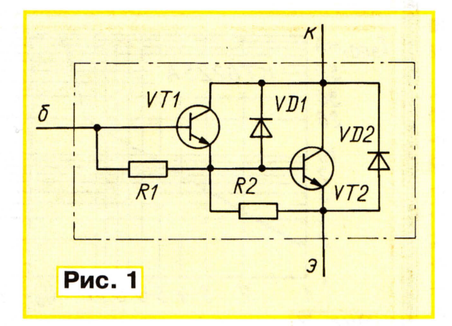


Рис. 1

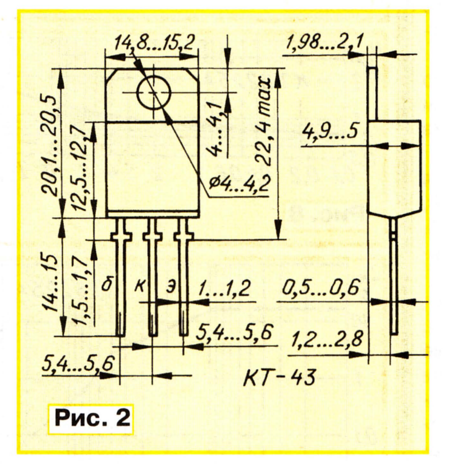


Рис. 2

Транзисторы КТ8225А оформлены в пластмассовом корпусе КТ-43 (ТО-218) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 2**); масса прибора — не более 6 г.

Зарубежный аналог транзистора КТ8225А — BU941ZP.

Основные технические характеристики при $T_{окр.ср}$ = 25 °С*

Граничное напряжение коллектор—эмиттер, В, при токе коллектора 100 мА, нулевом токе базы, при длительности импульсов не более 300 мкс со скважностью не менее 100 .....350...500

Обратный ток коллектор—эмиттер, мА, не более, при напряжении коллектор—эмиттер 300 В и нулевом токе базы 0,1

Обратный ток эмиттера, мА, не более, при напряжении эмиттер—база 5 В и нулевом токе коллектора 20

Статический коэффициент передачи тока базы, не менее, при напряжении коллектор—эмиттер 10 В и токе коллектора 5 А 300

Напряжение насыщения коллектор—эмиттер, В, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс со скважностью не менее 100 и токе коллектора
- 8 А (при токе базы 0,1 А) 1,8
- 10 А (0,25 А) 1,8
- 12 А (0,3 А) 2

Напряжение насыщения база—эмиттер, В, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс со скважностью не менее 100 и токе коллектора
- 8 А (при токе базы 0,1 А) 2,2
- 10 А (0,25 А) 2,5
- 12 А (0,3 А) 2,7

Падение напряжения на встроенном демпфирующем диоде, В, не более, при прямом токе 10 А, длительности импульсов не более 300 мкс со скважностью не менее 100 2,5

Время рассасывания носителей заряда**, мкс, не более, при напряжении коллектор—эмиттер 300 В, токе коллектора 7 А и амплитуде базовых токовых импульсов включения и выключения*** 70 мА 15

Время спада**, мкс, не более, при напряжении коллектор—эмиттер 300 В, токе коллектора 7 А и амплитуде базовых токовых импульсов включения и выключения*** 70 мА 0,5

Энергия импульса на индуктивной нагрузке**, мДж, не менее, при напряжении коллектор—эмиттер 24 В, токе коллектора 10 А, токе базы не менее 0,3 А и индуктивности нагрузки 7 мГн 350

Тепловое сопротивление кристалл—корпус, °С/Вт, не более 0,97

---

* Ряд параметров, описывающих режим транзистора при постоянных токе и напряжении, измерен по импульсной методике в соответствии с ГОСТ 24461—80.

** Справочные параметры.

*** По ГОСТ 18604.26—95.

Предельно допустимые значения*

Наибольшее напряжение коллектор—эмиттер, В 350

Наибольшее напряжение эмиттер—база, В 5

Наибольший постоянный ток коллектора**, А 15

Наибольший импульсный ток коллектора**, А, при длительности импульсов не более10 мс и скважности не менее 100 30

Наибольший постоянный ток базы**, А 1

Наибольший импульсный ток базы**, А, при длительности импульсов не более 10 мс и скважности не менее 100 5

Постоянная рассеиваемая мощность коллектора, Вт, при температуре корпуса 25 °С*** 155

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....−45...+125

Максимальная температура кристалла, °С 175

---

* *Во всем температурном интервале.*

** *При условии непревышения максимального значения рассеиваемой мощности (в зоне безопасной работы).*

*** *При температуре корпуса $T_{кор}$ более 25 °С максимально допустимую мощность рассеяния $P_{К\,max}$ определяют по формуле*

$$P_{К\,max} = \frac{T_{кр\,max} - T_{кор}}{R_{Т.\,кр-кор}},$$

где $T_{кр\,max}$ — максимальная температура кристалла; $R_{Т.\,кр-кор}$ — тепловое сопротивление кристалл—корпус.

Допустимое значение статического потенциала — 500 В (IV степень жесткости по ОСТ 11073.062). Условия монтажа и эксплуатации транзистора КТ8225А не отличаются от общеприня-

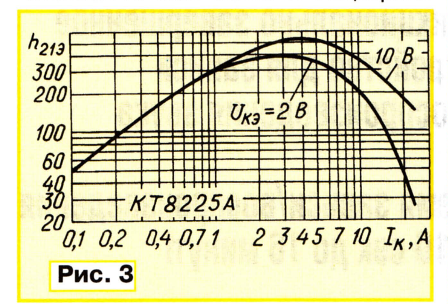


Рис. 3

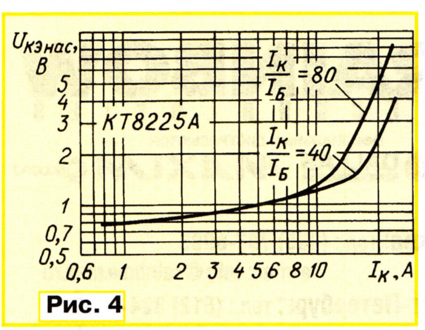


Рис. 4

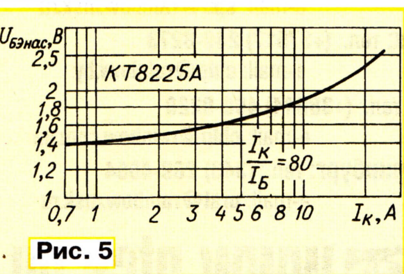


Рис. 5

E-mail: inform@radio.ru
тел. 207-88-18

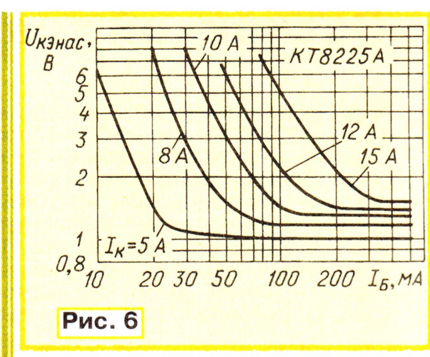


Рис. 6

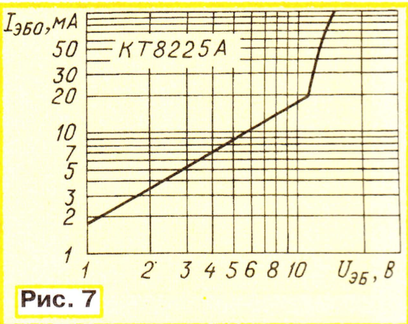


Рис. 7

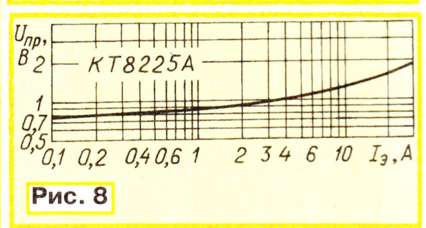


Рис. 8

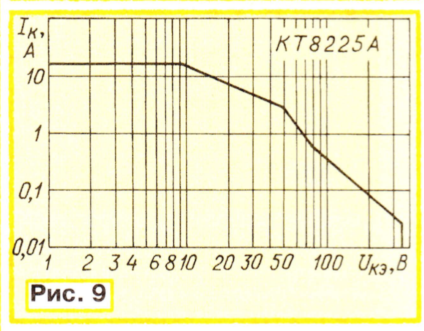


Рис. 9

тых для большинства мощных транзисторов в подобном корпусе.

На **рис. 3—5** показаны типовые зависимости от тока коллектора статического коэффициента передачи тока базы, напряжения насыщения коллектор—эмиттер и напряжения насыщения база—эмиттер соответственно. Типовая зависимость напряжения насыщения коллектор—эмиттер от тока базы при различных значениях коллекторного тока представлена на **рис. 6**, а на **рис. 7** — обратного тока эмиттера от напряжения эмиттер—база. На **рис. 8** изображена вольт-амперная характеристика встроенного демпфирующего диода. Ломаная линия на **рис. 9** ограничивает зону безопасной работы транзистора.

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ

г. Минск, Белоруссия

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

РАДИО — начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@radio.ru

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

Программаторы и программирование микроконтроллеров

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

Выбираем тип программируемой микросхемы

Есть несколько способов выполнить эту операцию. Первый из них — открыть, как показано на **рис. 52**, в меню "Настройки" пункт "Микросхемы",выбрать в нем семейство микросхем, затем — нужную микросхему из появившегося на экране списка. Учтите, под общим названием "Flash µC" скрываются микроконтроллеры AT89C1051, AT89C2051 и AT89C4051, "SPI µC" — AVR и AT89S, "Serial µC" — микроконтроллеры серии P87 фирмы Philips, совместимые по структуре и системе команд с 8051. Имеются также микроконтроллеры фирмы Scenix, совместимые с микроконтроллерами PICmicro ("Microchip PIC"), но более скоростные.

Выбрать микросхему для программирования можно и из списка, выпадающего, как показано на **рис. 53**, из имеющегося в основном окне программы окошка с названием микросхемы, выбранной ранее. Этот способ менее удобен, так как на экране видна лишь небольшая часть общего списка и искать нужную микросхему приходится довольно долго.

Открыв в меню "Настройки" окно "Выбранные последними" (**рис. 54**), можно увидеть список из восьми микросхем, с которыми уже приходилось работать, и выбрать из него нужную. Это очень удобно, если приходится работать с небольшим числом разных микроконтроллеров, постоянно переходя от одного к другому.

Основные параметры выбранной микросхемы можно узнать из "подсказки", подобной показанной на **рис. 55**. Она будет выведена на экран при выборе пункта "Информация о микросхеме" в меню "Вид Окна".

Окончание. Начало см. в "Радио", 2004, № 1—11

Стоит отметить и пункт "Положение Установки" этого меню.

Если выбранная микросхема может быть запрограммирована с помощью выбранного адаптера, на экране появится окно, подобное изображенному на **рис. 56**. Наглядно показано, каким образом следует устанавливать эту микросхему в панель адаптера.

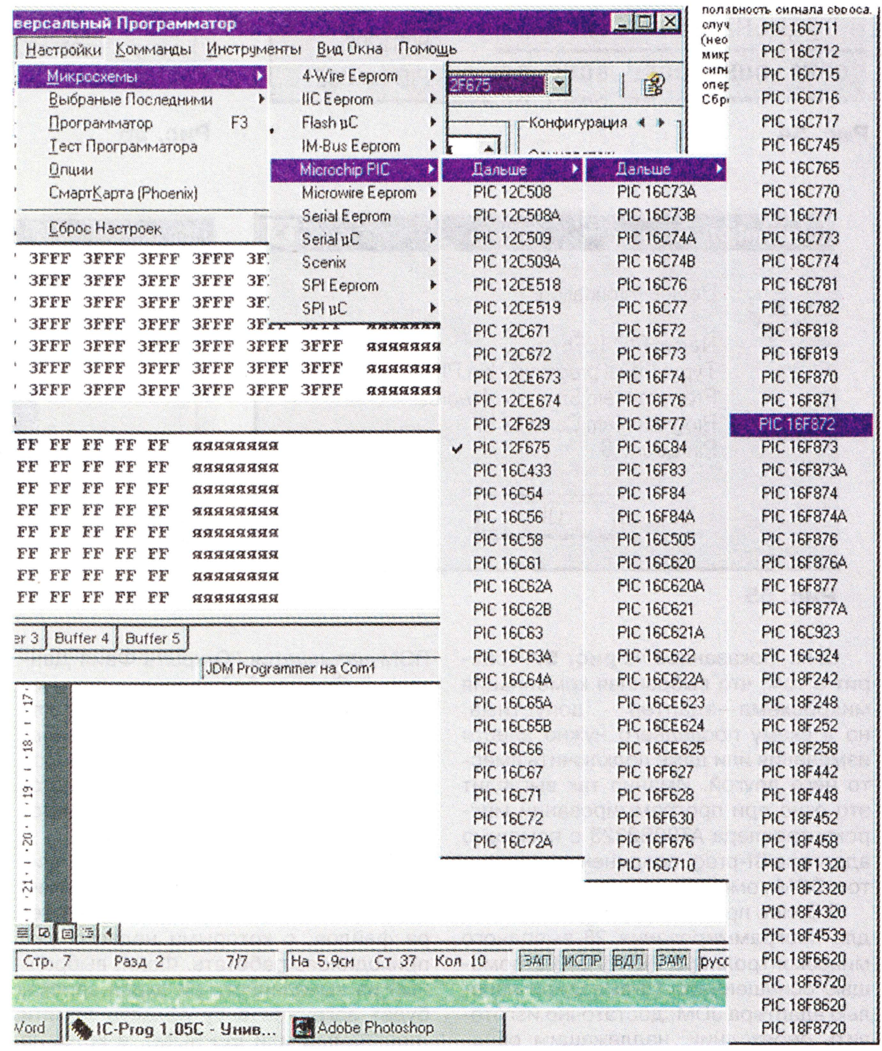


Рис. 52

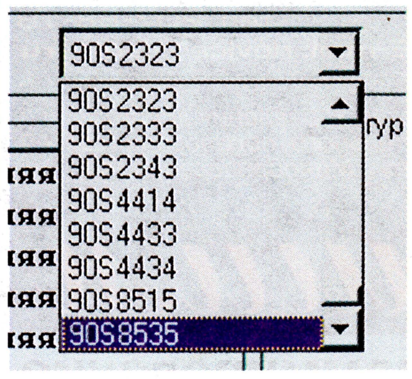


Рис. 53

роллера с контактами панели. Разработать схему переходника поможет табл. 2 в "Радио", 2004, № 1, с. 55.

Но самое неприятное из окон показано на **рис. 58**. Оно свидетельствует о полной несовместимости микросхемы с выбранным адаптером.

Загружаем данные и программируем

Для загрузки буфера памяти программ достаточно выбрать в меню "Файл" пункт "Открыть Файл..." и указать в нем имя нужного файла. Аналогичный пункт для загрузки буфера EEPROM называется "Открыть Файл Данных...". Формат файла программа опознает автоматически. HEX-файлы для микроконтроллеров PICmicro обрабатываются корректно. Содержащаяся в них информация автоматически попадает в нужные буферы (памяти программ, EEPROM, конфигурации).

Пункт "Файлы Открытые Последними" позволяет избежать продолжительных поисков на дисках компьютера файлов, с которыми недавно уже приходилось работать. Файл, выбранный из выведенного на экран списка, будет загружен в ту область памяти (программы или EEPROM), в которую его загружали ранее.

Открыв на экране папку, в которой находится нужный файл, можно просто "перетащить" его значок мышью в окно буфера программы IC-Prog. Но этот прием действует лишь в том случае, если он включен соответствующей "галочкой" на закладке "Перетаскивание мышью" пункта "Опции" меню "Настройка". На этой же закладке нужно выбрать тип "перетаскиваемых" файлов (раздельно для памяти программ и EEPROM). Автоматического распознавания в данном случае не происходит.

В программе IC-Prog имеется пять независимых "комплектов" буферов, в которых хранится информация для программирования микроконтроллера. Операции, выполняемые с одним "комплектом" буферов, никак не влияют на содержимое других. Однако при любой смене типа программируемой микросхемы программа IC-Prog автоматически очищает все буферы. Поэтому загружать информацию в любой из них следует лишь после завершения всех операций по выбору микросхемы.

По умолчанию активен буфер под номером 1. К другим переходят, открывая соответствующую закладку в нижней части окна. Это же можно сделать, одновременно нажав клавишу **Ctrl** и цифру, соответствующую номеру бу-

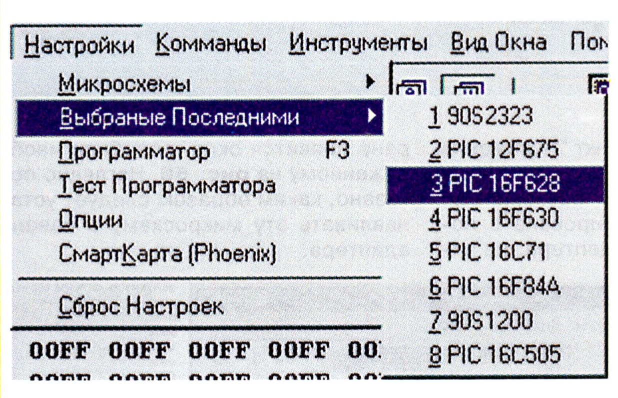


Рис. 54

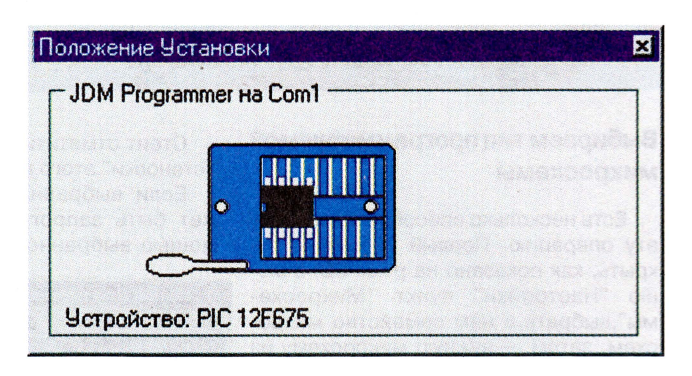


Рис. 56

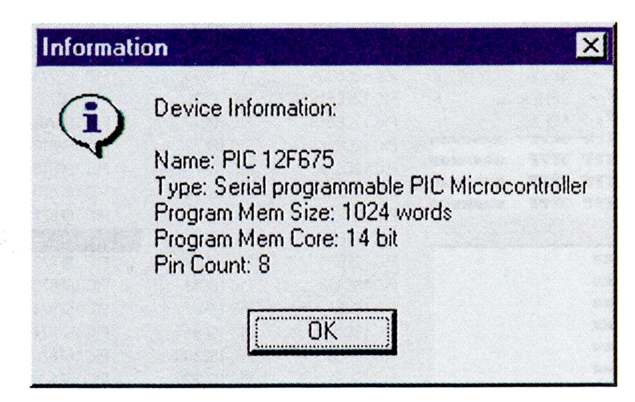


Рис. 55



Рис. 57

Окно, показанное на **рис. 57**, говорит о том, что выбранная комбинация микросхема—адаптер допустима, но в схему последнего нужно внести изменения или даже подключить вместо него другой. Именно так выглядит это окно при программировании микроконтроллера AT90S2323 с помощью адаптера SI-prog, соединенного с портом COM компьютера.

В более простом случае, например, для программирования 28-выводного микроконтроллера PIC16F873 с помощью оснащенного 18-выводной панелью адаптера JDM, достаточно изготовить переходник, надлежащим образом соединяющий выводы микроконт-



Рис. 58

Compare Buffers

Please select the buffer to compare with:

Buffers

Buffer 1

Buffer 2

Buffer 3

Buffer 4

Buffer 5

Compare Buffer 1 with: Buffer 2

Compare Cancel

Рис. 59

фера, или выбрав в меню "Буфер" пункт "Активный буфер" .

Если выбрать пункт "Сравнить" того же меню, откроется окно, показанное на **рис. 59**. В данном случае после нажатия кнопки "Compare" программа сличит содержимое буферов 1 и 2. Если оно идентично, пороцедура завершится сообщением "Buffers compared succesfully!". В случае несовпадения соответствующее слово или байт в окне активного буфера будут выделены цветом, а над или под ним — строка с тем же начальным адресом из другого буфера (**рис. 60**).

После нажатия появившейся в окне "Compare Buffers" кнопки "Next" получим аналогичную информацию о следующем несовпадении, а если их больше нет, — сообщение "Buffer compare done!" Если ошибок слишком много, процесс сравнения можно прервать с помощью кнопки "Cancel".

Чтобы исправить ошибки (или ввести новые данные), достаточно установить курсор в нужное место окна буфера и набрать новое значение на клавиатуре. Команды, имеющиеся в меню "Правка", позволяют заполнить одним и тем же значением ячейки всего буфера ("Заполнить Буфер", "Заполнить буфер Данных") или его части ("Заполнить Буфер из...", "Заполнить буфер Данных из...").

В последнем случае программа попросит указать не только значение кода, но и граничные адреса области памяти , в которую он должен быть записан.

Другие команды из меню "Правка" позволяют скопировать предварительно выделенную часть содержимого буфера й перенести ее, например, в другой буфер.

Операции, относящиеся к собственно программированию, сосредоточены в меню "Команды". Все они приведены в **табл. 6** с кратким описанием выполняемых действий. Команды можно подавать не только выбором пунктов меню, но и нажатиями указанных в таблице функциональных клавиш или экранных кнопок с соответствующими значками.

Если во время предыдущего программирования в микроконтроллере была включена защита содержимого памяти от копирования, исполнение команды "Читать Все" приведет лишь к заполнению текущего буфера информацией, не совпадающей с истинным содержимым памяти микроконтроллера. В некоторых случаях буфер окажется заполнен байтами 0x7F, в других — нулями, в третьих — последовательностью байтов 0x11, 0x22, 0x33 и так далее.

Состояние отвечающих за защиту памяти ячеек конфигурации микроконтроллеров серии PICmicro программатор правильно считывает и отображает на панели "Конфигурация" главного окна. К сожалению, для микроконтроллеров серий AT89 и AT90 это невозможно, о состоянии их защиты от копирования удается судить только по "правдоподобности" результата исполнения команды "Читать Все". Отключает защиту лишь полное стирание содержимого памяти (команда "Стереть Все"), причем даже из этого правила есть исключения.

В результате стирания все разряды всех программируемых ячеек памяти получают значение лог. 1. Командой "Проверка Стирания" убеждаются, что это действительно так и микросхема пригодна для загрузки новой информации.

На этом наш рассказ о программаторах и управляющих ими программах закончен. Естественно, он не мог охватить особенностей всех существующих аппаратных и программных средств этого назначения. Однако основы устройства и работы большинства из них очень близки к изложенным, и мы надеемся, при работе с ними у читателей не возникнет непреодолимых трудностей.

До новых встреч!

Редактор — Б. Иванов, скриншоты — А. Долгий

```
0050: 1185 1D86 2857 200C 1C9D 2851 2821 1085  ...†W.ќQ!...
0048: 3002 0088 3039 0089 21EF 109D 1585 218C  .€9‰nќ.Њ
0050: 1185 1D86 2857 20BC 1C9D 2851 2821 1085  ...†WjќQ!...
```

Рис. 60

Таблица 6

Команда	Клавиша	Значок	Операция
Читать Все	F8		Копирование содержимого всех программируемых областей памяти микросхемы, в том числе ячеек конфигурации в активные буферы
Программировать Все	F5		Загрузка текущего содержимого активных буферов во все программируемые области памяти микросхемы, в том числе в ячейки конфигурации
Программировать Конфигурацию	F4	Нет	Программирование конфигурации микросхемы значениями, указанными в соответствующем окне
Стереть микросхему			Очистка всех областей программируемой памяти микросхемы
Прозерка стирания	F6	Нет	Проверка, что вся программируемая память микросхемы находится в незапрограммированном состоянии
Сравнить с буфером			Сравнение содержимого программируемой памяти микросхемы и активного буфера

Рисует…лазерная указка

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Наверняка многие из вас видели (хотя бы по телевизору) лазерные шоу, во время которых на фасадах зданий или в пространстве лазерные лучи рисовали различные изображения.

Конечно, аппаратура для таких представлений сложная. Но изготовить аналогичное устройство, гораздо более скромное по своим возможностям, доступно при наличии лазерной указки и некоторых других деталей и узлов. Оно может стать украшением новогодней елки или торжественных вечеров.

Принцип работы устройства поясняет **рис. 1**. Если луч лазера указки направить на зеркало, находящееся в положении 1, то он отразится и попадет на экран в точку А. Достаточно переместить зеркало в положение 2, как луч на экране перейдет в точку Б.

Рис. 1

Перемещение зеркала из положения 1 в положение 2 можно осуществить, закрепив его на валу электродвигателя под углом α, отличным от 90°. В этом случае луч будет перемещаться на экране по эллипсоидальной траектории, и при быстром вращении вала на экране появится изображение эллипса. Изменяя угол α и угол, под которым луч лазера направляется на зеркало, можно изменять форму и размеры эллипса.

Установив вместо экрана еще одно, аналогичное по конструкции вращающееся зеркало, удастся получить гораздо более сложные фигуры, похожие на фигуры Лиссажу. Их форма будет зависеть еще и от скорости вращения зеркал — ее можно регулировать изменением напряжения питания электродвигателей. Экраном же может стать потолок или светлая стена.

Именно по такому принципу и работает устройство, схема которого показана на **рис. 2**. Для питания лазерной указки использован стабилизатор напряжения 4,7 В на стабилитроне VD1. На резисторах R5, R7 и транзисторе VT2 собран активный делитель напряжения. С его выхода напряжение поступает на электродвигатель M2. Скорость вращения вала электродвигателя M1 регулируют изменением сопротивления резистора R8 — при увеличении сопротивления напряжение на электродвигателе уменьшается и скорость вращения его вала падает.

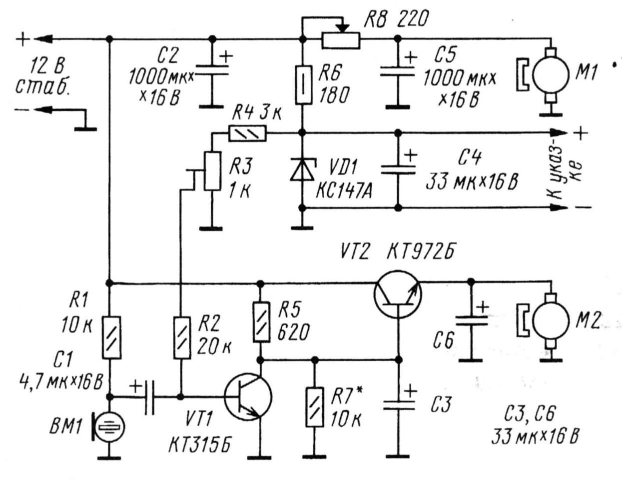



Рис. 2

Рис. 3

В конструкцию введены усилительный каскад на транзисторе VT1 и микрофон BM1. Это сделано для того, чтобы устройство реагировало на звуки. Тогда при отсутствии звукового сигнала транзистор VT1 находится на грани открывания, через него протекает весьма малый ток. Поэтому он не оказывает заметного влияния на выходное напряжение активного делителя напряжения. При появлении громких звуков музыки сигнал с микрофона поступает на транзистор VT1, который будет открываться. Конденсатор C3 разряжается, и напряжение на нем уменьшается. Напряжение на эмиттере транзистора VT2 также уменьшается, а значит, вращение вала электродвигателя M2 замедляется. Правда, из-за инерционности двигателя замедление происходит плавно.

В качестве электродвигателей подойдут вентиляторы от компьютерной техники — в центре их крыльчатки достаточно места для размещения зеркал. Взаимное расположение вентиляторов и лазерной указки показано на **рис. 3**. Их размещают на жестком основании: листе металла, фанеры, толстого картона. Для установки указки делают подставку. Луч лазера направляют на зеркало 1 (**рис. 4**), размещенное на вентиляторе M1, он отражается на зеркало 2 на вентиляторе M2 и затем попадает на экран.

Для зеркал подойдут кусочки лазерного диска, желательно не записанного. Хотя качество таких зеркал не очень хорошее, зато они легкие и хорошо поддаются обработке. Приклеивать их надо в центральной части крыльчатки, но не вплотную к ней, а с небольшим наклоном. Изменяя наклон, можно изменять размеры и фор-



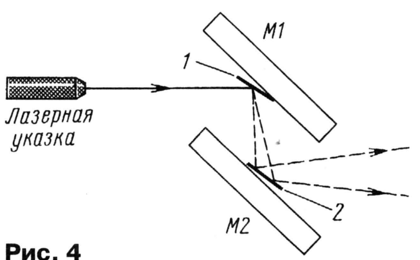


Рис. 4

му получающихся фигур. Поэтому предварительно для крепления можно использовать, например, пластилин, а после "отладки" конструкции закрепить их основательнее. При этом зеркала надо размещать так, чтобы в вентиляторе не возникало биений.

В устройстве можно использовать любые транзисторы серий КТ315, КТ3102 (VT1), КТ972 (VT2). Микрофон ВМ1 — CZ-036 или аналогичный электретный. Конденсаторы — серии К50 или аналогичные импортные, постоянные резисторы — Р1-4, МЛТ, С2-33, подстроечный R3 — СП3-19, переменный R8 — СПО, СП4. Вентиляторы — "JAMICON", тип MF0510S1H (напряжение питания — 12 В, ток — 0,14 А), но можно использовать и другие аналогичные.

Если нет необходимости в том, чтобы устройство реагировало на звук, удаляют микрофон, транзистор VT1, конденсатор С1 и резисторы R1—R4.

Большинство деталей размещено на печатной плате (**рис. 5**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. С другими элементами плату соединяют проводами.

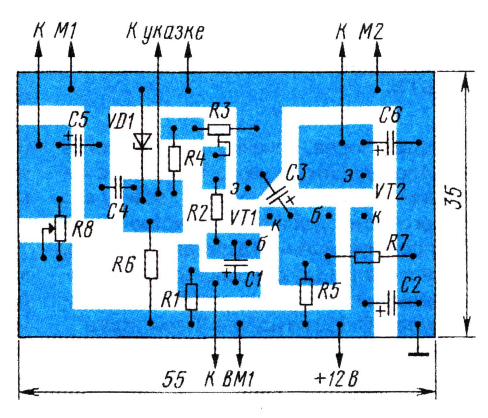


Рис. 5

Питать устройство надо от блока со стабилизированным напряжением 12 В и током нагрузки до 0,4...0,5 А. Питающее напряжение на лазерную указку подают так: плюс — на металлический корпус, минус — на центральный контакт. При этом кнопку указки фиксируют в нажатом положении, например, скотчем.

Электронную часть конструкции налаживают в следующей последовательности. Если используется узел на транзисторе VT1, то движок резистора R3 устанавливают в нижнее по схеме положение и при подключенном электродвигателе М2 контролируют напряжение на конденсаторе С6. Подбором резистора R7 устанавливают на конденсаторе напряжение около 10 В. Затем плавно перемещают движок резистора вверх по схеме до тех пор, пока напряжение не уменьшится на доли вольта.

В заключение следует напомнить, что направлять луч лазерной указки в глаза запрещено.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

ЧИТАТЕЛИ ПРЕДЛАГАЮТ

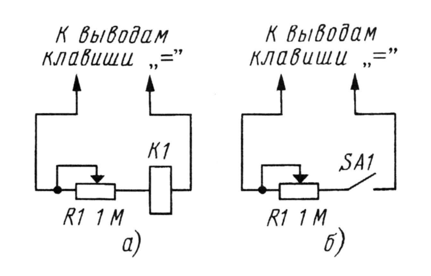
Датчик для одометра — из реле

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово-1 Смоленской обл.

На страницах журнала "Радио" уже рассказывалось об использовании микрокалькулятора для подсчета числа оборотов велосипедного колеса или длины пути, пройденного велосипедом (см., например, статью И. Шакирова "Одометр из микрокалькулятора" в "Радио", 1999, № 3, с. 51). В качестве датчика предлагалось использовать геркон.

Более четко работает датчик (**рисунок а**), выполненный на базе реле РЭС10, паспорт РС4.529.031-06 (РС4.524.316), или других реле этой серии с обмоткой сопротивлением 1600 либо 4500 Ом. Его основой является катушка от реле, в которой индуцируется импульс тока при прохождении рядом с ее сердечником постоянного магнита.

Принцип действия такого одометра основан на том, что переключение функции клавиши "=" микрокалькулятора происходит не только при замыкании контактов кнопки (геркона), когда сопротивление между контактами изменяется от бесконечности до нуля, но и при гораздо меньшей "амплитуде изменения" сопротивления. В использованном мною микрокалькуляторе CEDAR CD-413 переключение происходило при уменьшении сопротивления с 700 до 650 кОм. Если



выводы клавиши соединить через резистор сопротивлением около 700 кОм, то будет достаточно малого импульса тока в цепи резистора, чтобы произошло срабатывание клавиши, и показание индикатора увеличилось на единицу. Этот импульс и индуцируется в катушке реле.

Следует отметить, что чем выше скорость прохождения магнита, тем больше амплитуда импульса, что, безусловно, увеличивает надежность срабатывания датчика по сравнению с герконом. Нужную чувствительность датчика устанавливают переменным резистором R1.

Несколько слов о налаживании и изготовлении датчика. Вначале собирают цепь (**рисунок б**) из переменного резистора и выключателя SA1. Перемещая движок резистора от правого по схеме вывода к левому и периодически замыкая контакты выключателя, находят такое положение, при котором срабатывание клавиши "=" микрокалькулятора прекращается. Теперь вместо выключателя ставят катушку реле с сердечником (естественно, предварительно с реле снимают чехол, якорь с креплением и контактной группой) и перемещают постоянный магнит перед сердечником — срабатывание должно возобновиться.

На этом налаживание датчика заканчивают, его детали монтируют на плате из любого твердого диэлектрика. Плату крепят на вилке переднего колеса, а магнит — на спицах. Необходимый зазор между магнитом и сердечником катушки подбирают экспериментально.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев

Музыкальные сигнализаторы

В. МАРКОВ, г. Тулома Мурманской обл.

Звуковые сигнализаторы, широко применяемые в быту, прошли славную историю от колокольчиков с механическим приводом и элементарных электрических звонков до совершенных электронных устройств на интегральных микросхемах, "помнящих" и исполняющих самые различные мелодии. Этот класс устройств предоставляет необозримое поле деятельности для радиолюбителей, о чем свидетельствует и редакционная почта. Сегодня мы публикуем описание двух звуковых сигнализаторов на микросхемах, отличающихся оригинальностью и пригодных для использования в быту как самостоятельно, так и в составе более сложных самодельных устройств.

Звуковой сигнализатор — одноголосный ЭМИ. Экспериментируя с микросхемой К157ХА2 (старое название К157УС3) и используя ее отнюдь не по прямому назначению (усилитель ПЧ с АРУ и детектором), автору удалось обнаружить ее способность генерировать на частотах до 1 МГц, в том числе и на звуковых, при минимуме навесных элементов (всего два). Это навело на мысль о возможности создания очень простого и дешевого звукового сигнализатора, и даже простейшего музыкального одноголосного синтезатора.

Микросхема содержит предварительный и основной усилители, детектор и систему АРУ со встроенным транзистором, включенным по схеме эмиттерного повторителя [1, 2]. Соединив конденсатором выводы 5 (вход основного усилителя) и 4 (вывод для подключения делителя внутренней ООС), мы получаем генератор звуковой частоты, схема которого показана на **рис. 1**. Частоту его колебаний определяет постоянная времени цепочки R1C1.

Рис. 1

При указанной на схеме емкости конденсатора C1 и изменении сопротивления резистора R1* от сотен ом до 220 кОм было зафиксировано изменение частоты генератора от 260 до 12500 Гц, т. е. был получен практически полный звуковой ряд.

Звуковой сигнал снимают с вывода 13, после упомянутого эмиттерного повторителя, что обеспечивает достаточную мощность звукового сигнала. Поэтому даже низкоомный малогабаритный телефон (ТМ-2) с сопротивлением 200 Ом, подключенный через разделительный конденсатор емкостью 0,15 мкФ к выводу 13, прекрасно воспроизводит звук.

Чтобы построить одноголосный ЭМИ, остается дополнить конструкцию любым УЗЧ и клавиатурой с линейкой подстроечных резисторов. Конечно, при настройке ЭМИ понадобится помощь товарища с хорошим музыкальным слухом (если у вас самого его нет) для точной подстройки частот под музыкальный звукоряд. А можно, как это сделал автор, воспользоваться самодельным цифровым частотомером, например, FC-250 из набора "Посылторга".

Музыкальный таймер. Большинство несложных таймеров используют для отсчета времени RC-цепи. По сути, без использования кварцевых генераторов и цифровых делителей частоты отсчета времени, как такового, не происходит, а есть лишь задержка времени, необходимая для зарядки (или разрядки) конденсатора через резистор определенного сопротивления.

При создании таймеров на время от одной минуты и более необходимы оксидные конденсаторы большой емкости и резисторы с сопротивлением, исчисляемым мегаомами, т. е. сравнимым с сопротивлением утечки оксидных конденсаторов. Кроме того, последние изменяют свои свойства в зависимости от длительности и условий эксплуатации. Все это приводит к нестабильности выдержки времени таймера.

Однако, если заряжать керамический конденсатор относительно небольшой емкости "порционно", т. е. импульсами заранее заданной длительности и частоты повторения, то время, необходимое для зарядки конденсатора и срабатывания таймера, удается "растянуть" до больших значений, аналогичных постоянной времени RC-цепочки с оксидным конденсатором и мегаомным резистором (сотни микрофарад и десятки мегаом). Стабильность временной задержки такого таймера выше, а влияние внешних факторов меньше.

Таймер такого типа описан в [3], а объединение его с музыкальным синтезатором [4] дало в результате интересное устройство, полезное в быту. Схема музыкального таймера показана на **рис. 2**. Он содержит генератор прямоугольных импульсов с регулируемой скважностью (DD1.1 и DD1.2), компаратор (DD1.3), генератор одиночного импульса (DD1.4), музыкальный синтезатор (DD2) и усилитель мощности звукового сигнала (DA1).

Работает музыкальный таймер следующим образом. При отключенной батарее питания (таймер выключен) нормально замкнутые контакты выключателя питания SA1.1 разряжают накопительный конденсатор C2. При включении питания контактами SA1.2 контакты SA1.1 размыкаются и конденсатор C2 начинает заряжаться. При этом на входе компаратора DD1.3 (выводы 8, 9) — низкий уровень, а на выходе (вывод 10) — высокий. Через вход DD1.1 (вывод 1) он активизирует генератор импульсов, частота которых определяется постоянной времени R5C1 и составляет около 0,6 Гц. Длительность импульсов задает цепь VD1R2R3R4. Эти импульсы через резистор R6 и диод VD2 постепенно заряжают накопительный конденсатор C2. Скорость роста напряжения на нем зависит от трех параметров: частоты повторения импульсов, их длительности и сопротивления резистора R6.

Когда напряжение на накопительном конденсаторе C2 достигает порога срабатывания компаратора DD1.3, он переключается из единичного в нулевое состояние. Низкий уровень на его выходе (вывод 10) запрещает дальнейшую работу генератора импульсов. Кроме того,

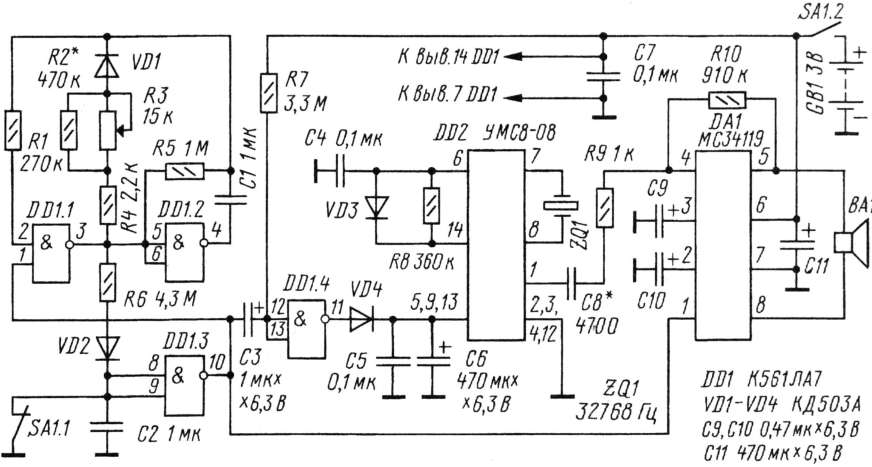


Рис. 2

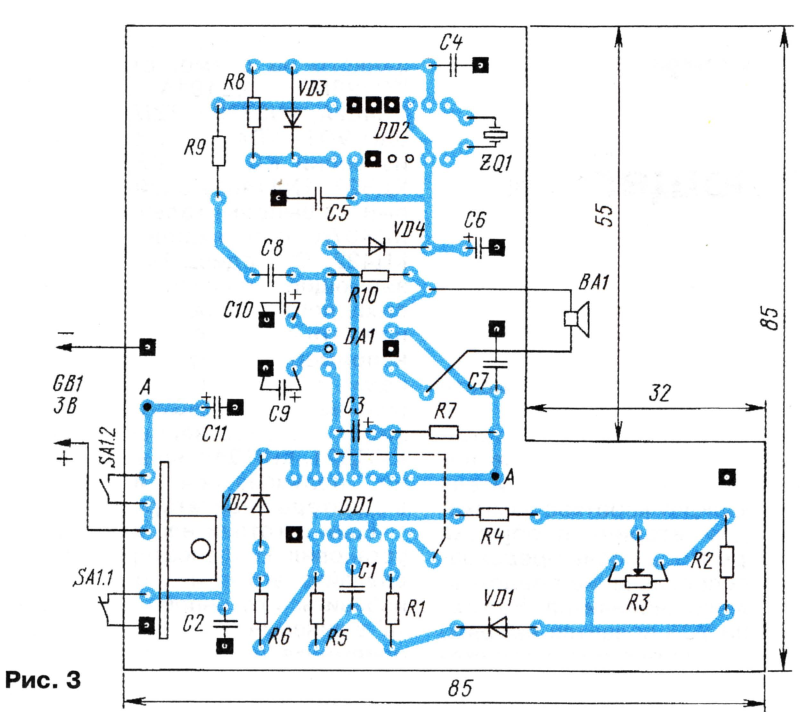


Рис. 3

возникший отрицательный перепад напряжения с выхода компаратора включает (через конденсатор С3) генератор единичных импульсов DD1.4. Он генерирует на выходе (вывод 11) положительный импульс длительностью $t_{имп} = 0{,}7R7C3 = 2{,}1$ с [5]. Этот импульс через диод VD4 заряжает конденсатор С6 до напряжения около 2,2 В. Оно и служит напряжением питания микросхемы музыкального синтезатора УМС8-08 (DD2).

Ток, потребляемый микросхемой DD2, не превышает 0,15 мА, поэтому заряда конденсатора С2 хватает на воспроизведение всей записанной в памяти микросхемы мелодии. Желаемый тембр мелодии зависит от емкости разделительного конденсатора С8, его небольшая емкость способствует плавному подъему верхних частот, что придает музыкальным фразам более "живой" оттенок. Усилитель мощности DA1 нагружен динамической головкой ВА1 с сопротивлением звуковой катушки 50 Ом. Во время воспроизведения мелодии общее потребление тока от батареи возрастает до 40 мА. Применение более мощной головки с меньшим сопротивлением увеличивает громкость звука, но и приводит к возрастанию потребляемого тока при воспроизведении мелодии до примерно 120 мА.

Для того чтобы уменьшить потребляемый устройством ток во время выдержки времени (УМЗЧ DA1 в это время не воспроизводит сигналов, но его ток покоя достигает 4,5 мА), введена цепь блокировки УМЗЧ с выхода компаратора через вывод 1. Входное сопротивление УМЗЧ по выводу управления 1 достигает 90 кОм, поэтому такое подключение практически не влияет на работу компаратора и генератора. В то же время удалось сократить потребляемый УМЗЧ ток во время выдержки времени до всего лишь 0,1 мА. После переключения компаратора (элемент DD1.3) на его выводе 10 устанавливается напряжение логического нуля, что равносильно подключению вывода 1 УМЗЧ DA1 к общему проводу. Это позволяет работать УМЗЧ на полную нагрузку и воспроизводить мелодию.

При подборе деталей музыкального таймера особое внимание следует обратить на качество конденсаторов С1, С2 и С6. Они должны иметь малый ток утечки. С1 и С2 могут быть пленочными или с органическим диэлектриком. С6 — импортный оксидный конденсатор. Остальные детали могут быть любых типов, от этого зависят лишь размеры печатной платы. На месте диодов VD1—VD4 можно использовать КД522 с любым буквенным индексом или другие кремниевые высокочастотные. Микросхема синтезатора DD2 может быть и другой из серии УМС-8, с той лишь разницей, что число записанных мелодий окажется меньше. Для УМЗЧ подойдет отечественный аналог микросхемы МС34119 — КР1064УН2.

Если нет возможности приобрести микросхему УМЗЧ, его можно собрать по описанию в [5] на с. 69. Но в таком варианте УМЗЧ займет больший объем и потребуются изменения в печатной плате. Эскиз авторского варианта платы изображен на **рис. 3**. Переключатель SA1 — импортный, малогабаритный, по конструкции аналогичный отечественному П2К, но меньших размеров. Переключатель смонтирован на дополнительной печатной плате размерами 25×15 мм, которая установлена на основной плате в вертикальном положении и соединена с ней жесткими проводниками.

Таймер смонтирован в корпусе детской игрушки из набора "Старт-7216. Сигнализатор музыкальный". Ручка установки интервалов времени и кнопка "Пуск" выведены на лицевую сторону панели. Громкоговоритель (импортный, диаметром 50 мм) приклеен к панели изнутри, напротив декоративных прорезей корпуса. Батарея питания из двух элементов по 1,5 В, типоразмера АА, расположена в специально выделенном отсеке размерами 32×55 мм, изготовленном из полосок стеклотекстолита шириной 25 мм.

Налаживание устройства несложно. Согласно рекомендациям [4], возможно, придется подобрать резистор R8. Его номинал уменьшают, если синтезатор воспроизводит музыкальные программы без смены мелодий. Если же мелодии меняются рано, сопротивление увеличивают.

Диапазон выдержек времени таймера устанавливают подбором резисторов R2, R4, R6, при этом надо иметь в виду, что чем больше общее сопротивление резисторов R2, R3, R4, тем меньше временно́й интервал включения. Уменьшать сопротивление резистора R4 менее 500 Ом не рекомендуется, поскольку это может привести к срыву генерации и конденсатор С2 вообще не будет заряжаться. При указанных на схеме номиналах деталей диапазон выдержек времени, устанавливаемый переменным резистором R3, составил 3...30 мин.

Контролировать рост напряжения на конденсаторе С2 довольно сложно из-за высокого сопротивления цепи — ее шунтирует любой измерительный прибор. Автор контролировал работу генератора с помощью высокоомных телефонов, подключенных через конденсатор емкостью 1000 пФ к выводам 3, 5, 6 микросхемы DD1. При работе генератора слышны характерные щелчки.

Поскольку коэффициент усиления УМЗЧ примерно равен отношению сопротивлений резисторов R10/R9, то общую громкость звучания мелодий устанавливают подбором резистора R9 — при увеличении его сопротивления громкость уменьшается. Конденсаторы С9 и С10 специально выбраны с емкостью, значительно меньшей, чем рекомендуемая типовой схемой включения микросхемы, чтобы подчеркнуть высокие частоты музыкальных фрагментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Новаченко И. В.** и др. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. — М.: Радио и связь, 1989, с. 70, 71.

2. **Иващенко Ю.** и др. Интегральные микросхемы серии К157. — Радио, 1976, № 3, с. 57, 58.

3. **Флинд Э.** Электронные устройства для дома. Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1984, с. 22.

4. **Шитов А.** Музыкальные звонки с автоматическим перебором. — Радио, 2000, № 6, с. 35.

5. **Виноградов Ю. А.** Радиолюбительские конструкции в системах контроля и защиты. — М.: Солон-Р, 2001, с. 148, 187, 188.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Звуковой сигнализатор "перегорания" самовосстанавливающегося предохранителя

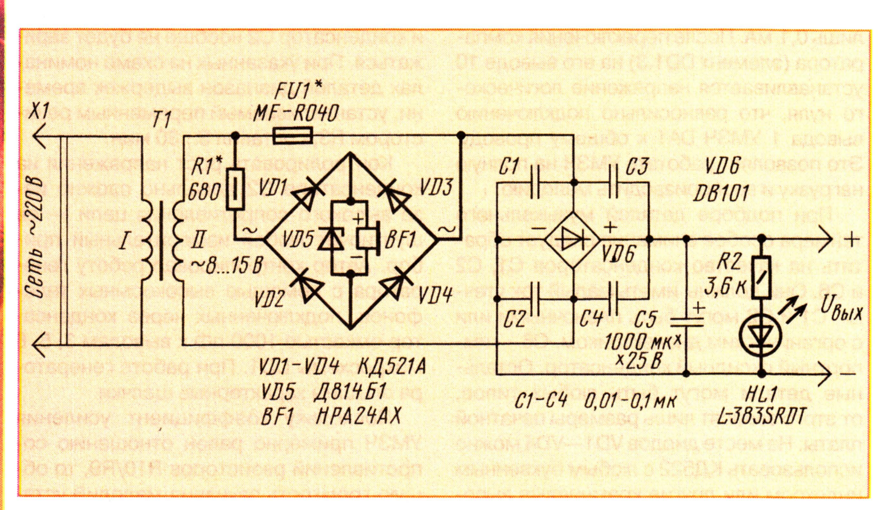
А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Тему доработки малогабаритных сетевых адаптеров автор уже затрагивал в [1]. В дополнение к этому решению можно воспользоваться приведенным ниже вариантом (см. **рисунок**), где вновь вводимые элементы выделены более толстыми линиями.

Доработке подвергся адаптер RW-900 габаритами 83×55×46 мм. Он выполнен в полностью "глухом" корпусе, поэтому в качестве первого шага по его модернизации на нижней и боковых стенках было просверлено около 200 сквозных отверстий диаметром 2,5 мм.

Хотя заявленный предельный ток нагрузки — 850 мА [2], ток такого значения, как показала практика, адаптер может выдерживать лишь в кратковременном режиме, поскольку уже через несколько минут его работы при токе нагрузки 700 мА трансформатор разогревается настолько, что ощущается запах от его обмоток. Во избежание в дальнейшем неприятностей самовосстанавливающийся предохранитель FU1 [3] на номинальный ток 400 мА следует устанавливать вблизи трансформатора, а звуковой сигнализатор его срабатывания, выполненный на резисторе R1, диодах VD1—VD4, стабилитроне VD5 и пьезокерамическом звукоизлучателе BF1, — возможно дальше от трансформатора и выпрямительного моста VD6.

Если нагрузка начнет потреблять постоянный ток больше номинального для предохранителя или произойдет короткое замыкание в цепи вторичной обмотки трансформатора после предохранителя, сопротивление предохранителя резко увеличится. На стабилитроне VD5 появится выпрямленное пульсирующее напряжение, раздастся звук из излучателя BF1.



При испытании устройства было замечено, что в случае использования в качестве нагрузки лампы накаливания на ток 0,5 А, предохранитель срабатывает примерно через минуту, а при токе нагрузки 0,75 А — через десять секунд. Короткое замыкание в цепи нагрузки приводит практически к мгновенному срабатыванию предохранителя.

Чтобы вернуть предохранитель в исходное состояние, необходимо на несколько десятков секунд отключить нагрузку либо выключить на это время адаптер из сети.

Выбирают предохранитель по таблицам в [3] исходя из параметров нагрузки и блока питания. Излучатель звука НРА24АХ со встроенным генератором можно заменить на НРА17АХ, EFM-230, EFM-250, EFM-474. На месте VD5 допустимо установить, кроме указанного на схеме, стабилитрон КС126М, КС191А, КС210Б, КС482А, 1N3739A, TZMC-9V1. Диоды VD1—VD4 могут быть любые из серий КД103, КД510, КД521, КД522, 1N4148. Подойдет и готовый выпрямительный мост КЦ407А или любой из серии КЦ422. Светодиод HL1, сигнализирующий о наличии постоянного выходного напряжения, желательно взять с высокой светоотдачей, например, прямоугольный размерами 5×2,5 мм — L-383SRWT (красный), L-383SGWT (зеленый), либо отечественный серий КИПД21, КИПД40, но вполне можно пользоваться имеющимся в адаптере индикатором.

Если изготовитель адаптера не установил конденсаторы C1—C4, сделайте это сами, что позволит избавиться от неприятного "рокота" в динамической головке радиоприемника, а также случайных сбоев и "зависаний" в компьютерной игровой приставке либо многофункциональном телефоне. Вместо диодного моста VD6 могут быть установлены четыре диода типа 1N4001 или аналогичных, скажем, КД243Б.

В цепь первичной обмотки трансформатора указанного адаптера рекомендую установить защитный невозгораемый резистор типов Р1-7, Р1-25 либо импортный разрывной мощностью 0,5—1 Вт сопротивлением 100...160 Ом.

Самовосстанавливающийся предохранитель монтируют на плате адаптера. Его выводы укорачивать не следует. При необходимости на них надевают изоляционные ПВХ трубки. Остальные дополнительные детали (VD1—VD5, R1, BF1) можно приклеить к корпусу адаптера небольшим количеством подходящего клея, например, "Момент".

Налаживание устройства сводится к установке порога срабатывания сигнализатора подбором резистора R1. При этом ток нагрузки должен превышать допустимый рабочий ток предохранителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Индикатор включения адаптера. — Радио, 2002, № 8, с. 53, 54.

2. **Бирюков С.** Сетевые адаптеры. — Радио, 1998, № 6, с. 66, 67.

3. Самовосстанавливающиеся предохранители Multifuse фирмы Bourns. — Радио, 2000, № 11, с. 49—51.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

РАДИО
Ответственный редактор Степанов Б. Г.
(RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Страна "спрятавшихся слонов"

Алексей Синчуков (RK3DT), Вьентьян, Лаос

Читателям журнала уже знакомы рассказы автора этой статьи о встречах с радиолюбителями некоторых азиатских стран. Сейчас Алексей находится в Лаосе и прислал в редакцию статью о том, как он вышел в эфир из этой мало представленной на любительских диапазонах страны.

Малоэтажные белые домики, зеленые кокосовые и банановые пальмы, узкие дороги с еле плетущимися "тук-туками" (мотоциклетного варианта такси), медленно тускнеющее солнце, величаво садящееся в главную реку Юго-Восточной Азии — Меконг и, конечно же, улыбки людей... Таким запомнился мне Лаос в мой первый случайный приезд пару лет назад. Спокойствие и простота жизни резко контрастировали с суетой безумных мегаполисов, набитых угрюмыми железобетонными коробками и перегруженными дорожными пробками. "А было бы неплохо жить здесь"? — мелькнула тогда в голове мысль и пропала. Но цепь случайных и не связанных между собой событий вернула меня в Лаос снова.



Лицензия на работу получена. Ванпинг (представитель Lao Asia Telecom), Камфан (XW1FAN) и Алексей (XW3DT).

В первую же неделю после приезда во Вьентьян я пошел в Департамент радиосвязи объединенного Министерства связи, почты, строительства и транспорта. Меня любезно приняли, попросили заполнить образец заявления и, предъявив свою "основную" лицензию, зайти через пару дней. Для одной из самых редких стран по списку диплома DXCC все оказывалось слишком просто...

Предчувствие меня не обмануло. При следующем посещении департамента я получил свое заявление обратно с отказной печатью. Сотрудники объяснили мне, что радиолюбительство курируется Министерством информации и культуры и Департамент радиосвязи рассматривает заявления только с их визой. Кроме того, необходимо письмо от местной организации, гарантирующей мой легальный статус. Но Министерство информации рассматривает заявления только на основании ходатайства местного агентства новостей — KPL.

Решая задачи, необходимые для получения местной лицензии, я познакомился с Камфаном (XW1FAN) — бессменным руководителем коллективной станции XW8KPL, основанной еще в 80-е годы при поддержке японских радиолюбителей. Камфан любезно принял меня, объяснил скрытые от глаз процессы получения лицензии и сложности для развития радиолюбительства в стране. За каждое ходатайство нужно заплатить довольно большую сумму, плюс добавить "за ускорение процесса". Договорившись о формальностях, Камфан пригласил меня к себе домой в ближайшие выходные, пообещав предоставить возможность пообщаться с родной страной.

В воскресенье вечером я отправился к Камфану. Он живет всего в паре километров от меня, на той же дороге, ведущей в северный пригород Вьентьяна. Добравшись до его дома, поприветствовал его родных по-лаосски и услышал в ответ ясное, четко сказанное по-русски "Здравствуйте!". Но такой ответ меня не удивил. Вряд ли ошибусь, сказав что не менее трети специалистов Лаоса прошли обучение в нашей стране. Все мои соседи разговаривают со мной по-русски. Хозяин моего дома учился в Баку. Жена Камфана закончила в конце 80-х годов Смоленское педагогическое училище. К сожалению, распад СССР привел к полному изменению нашей политики в Юго-Восточной Азии. Авторитет огромной страны был потерян буквально за год, и теперь наше правительство выделяет лишь меньше десяти бесплатных стипендий. Но даже эта квота никогда не выбирается... Популярностью же пользуются учебные заведения Австралии, США и европейских стран.

Закончив приветствия, я попадаю на единственную действующую радиостанцию Лаоса. В довольно тесной комнатушке на небольшом столике высятся громоздкий допотопный компьютер (по-моему, даже из серии XT), маленький IC-706, согласующее устройство и два КСВ-метра. Чуть выше крыши установлены фиксированная в направлении на Европу трехэлементная YAGI и где-то на задворках дома подвешен широкополосный диполь.

Включаю трансивер на диапазон 15 метров. По ушам "ударяет" громкий шум — S-метр не опускается ниже 9 баллов. Даю общий вызов позывным XW1FAN. Сразу начинают вызывать станции из России. Особого pile-up нет, станции подходят по одной-две, но сразу ко мне появляются вопросы: "А будете ли работать на 160 метров". Наверное, да, но только своей лицензией, а ее надо еще получить! Час пробежал незаметно, и мы с Камфаном переходим во двор дома, чтобы насладиться домашним ужином и парой буты-

лок расслабляющего "Beer Lao" — главного хита местного пищепрома.

Прошло две недели. В один из обеденных перерывов Камфан пригласил меня на встречу с представителями Департамента связи. В итоге встречи мой вопрос обещали решить положительно в течение недели, но с ограничениями, что я буду работать под наблюдением Камфана и не буду разворачивать станцию дома, а буду работать "на площадке" KPL. Я несколько разочарован, но Камфан кивает — лучше это, чем ничего. Главное получить лицензию, а там можно разбираться, что с ней делать.



Дом Камфана (XW1FAN) и YAGI на нем.

Камфан показал мое дело. Его усилия поразительны: помимо официальных писем, в деле была распечатанная из Интернета информация о моих достижениях и ходатайство от Рэя (HS0ZBZ), который мне лично не знаком, утверждающего, что я отличный оператор и DX-мен.

И вот, в начале октября, в середине дня, становится известно: лицензия будет выдана, но самой официальной бумаги все еще нет. Можно ли начинать работать в эфире своим позывным? Камфан обещает узнать. Он уже практически стал посредником в решение моего вопроса с бюрократами из Департамента связи.

День проходит без новостей. В восемь вечера раздается неожиданный звонок. "Лицензия у меня, приезжай!" — слышу знакомый голос Камфана. Наспех поужинав, прыгаю на мопед и лечу по знакомой пыльной дороге, в придорожном магазинчике покупаю ящик "Beer Lao". Камфан уже ждет меня дома и протягивает заветную бумагу. Наконец-то! До конца этого года мне разрешено работать позывным XW3DT. Я даже избежал уплаты очередного "ускорителя" — счета в ресторане...

Позывной надо "обновить". Включаем радиостанцию, и я — в эфире. Камфан не знает телеграфной азбуки Морзе, но я решаю начать с телеграфа на диапазоне 15 метров. А это не так просто. Узкополосного телеграфного фильтра нет, и приходится выбрать частоту в стороне, от основного "окна" активности. Даю общий вызов, и первой радиостанцией, позвавшей меня, становится станция из России — RV9AV. Следом за ней следует станция из США — W2FXA. Есть прохождение на восточное побережье... Провожу несколько связей с Европой и пробую вызывать "USA only". Но дисциплины никакой — кто только не зовет. Образуется "свалка": тут и Греция, и Испания, и множество других стран, не говоря уж о станциях из России и Украины. Спрашиваю некоторых "особо настойчивых": "USA?", а в ответ получаю: "Нет, но 599"...

Во время работы мешают помехи от соседних станций и периодически проскакивающий шум, то ли атмосферного, то ли промышленного происхождения. Все-таки удается провести десяток связей с американскими корреспондентами. Всего за час провожу около 80 связей, но "Beer Lao" давно охладилось и ждет. Еще через полчаса наша дружная компания перемещается в уютный ресторан на берегу озера отпраздновать первую непростую победу.

(Окончание следует)

Редактор — А. Мирющенко, фото — автора

На призы журнала "Радио"



Юбилейные контест-награды журнала "Радио" перед отправкой.

В этом году журнал "Радио" провел или принял участие в организации 12 соревнований по радиосвязи на КВ и УКВ. Среди них такие популярные "разновозрастные" контесты, как "Старый Новый год", "Звезды КВ эфира", "Полевой день", Russian RTTY Contest, соревнования на диапазоне 160 метров, мемориальные соревнования "Победа-59" и "Память". Для юных радиолюбителей проведены Зимний и Летний дни активности молодежных радиостанций (WYSAD и SYSAD), а также специализированные соревнования (YOC) и очные соревнования "Белое озеро". Не забывает журнал и о женщинах-коротковолновиках — специально для них проводится YL/OM Contest.

В год 80-летия журнала победители этих соревнований награждены юбилейными контест-дипломами журнала "Радио", плакетками, медалями и футболками.

Журнал поддерживает радиолюбительские слеты и фестивали. Так для радиосоревнований, проводимых в рамках молодежного слета "Домодедово. Экология. Жизнь" (Подмосковье) и фестиваля в г. Харькове (Украина), журнал выделил юбилейные контест-дипломы и футболки, а для мероприятий в рамках фестиваля "Домодедово-2004" еще и некоторые сувениры.

Однодиапазонный синтезатор частоты

Алексей Темерев (UR5VUL), г. Светловодск, Украина

Современная техника связи постоянно развивается. Каждый радиолюбитель—коротковолновик хотел бы иметь трансивер с высокостабильным генератором плавного диапазона. Однако изготовление высокостабильного генератора на основе LC-элементов — дело кропотливое. Цифровой же синтезатор частоты обеспечивает высокую стабильность частоты сигнала и дополнительные сервисные удобства. В предлагаемой статье дано описание достаточно простого в изготовлении однодиапазонного синтезатора частоты, который можно применить во многих конструкциях трансиверов.

Этот несложный синтезатор частоты можно применить совместно с трансивером или приемником диапазона 160 метров, использующим промежуточную частоту 500 кГц и ЭМФ с верхней боковой полосой.

Основные технические характеристики:

Диапазон рабочих частот, кГц . . . . 2310...2500
Шаг перестройки, Гц 50
Точность индикации частоты, Гц 10
Точность установки частоты, Гц 25
Потребляемый ток, мА, не более .120

Функциональная схема синтезатора приведена на **рис. 1**.

Весь синтезатор состоит из трех узлов — блока управления, блока синтеза и валкодера.

Принципиальная схема блока управления приведена на **рис. 2**, блока синтеза — на **рис. 3**.

Основу устройства составляет микросхема DA5 (синтезатор с ФАПЧ TSA605[1]). Эта микросхема может обеспечить стабильную работу генератора высокой частоты на частотах вплоть до 130 МГц с шагом 1 кГц. На функциональной схеме показана ее упрощенная структура.

Управление работой микросхемы DA5 производится с помощью микроконтроллера DD1 по шине I^2C. В управляющем коде содержится информация о шаге сетки синтезатора, коэффициенте деления делителя входной частоты и другие данные. ГУН синтезатора работает в диапазоне частот 46...50 МГц с шагом 1 кГц.

Микроконтроллер обрабатывает импульсы валкодера и выдает в микросхему DA5 синтезатора информацию о текущем значении рабочей частоты. Также он передает данные для отображения на индикатор. Цепочка из резистора R5 и диодов VD2—VD4 служит для формирования напряжения питания индикатора HG1.

Генератор, управляемый напряжением (ГУН), собран на полевом транзисторе VT2 по схеме индуктивной трехточки. Сигнал с истока транзистора через усилитель (транзистор VT1) поступает на вывод 5 микросхемы DA5.

В соответствии с кодом частоты микросхема синтезатора изменяет напряжение управления на варикапе VD6 с тем, чтобы частота ГУН соответствовала предустановленному значению. Микросхема питается от двух стабилизаторов — DA4 и DA6 (9 и 5 В соответственно). Напряжение 9 В используется только для питания цепей фазового детектора.

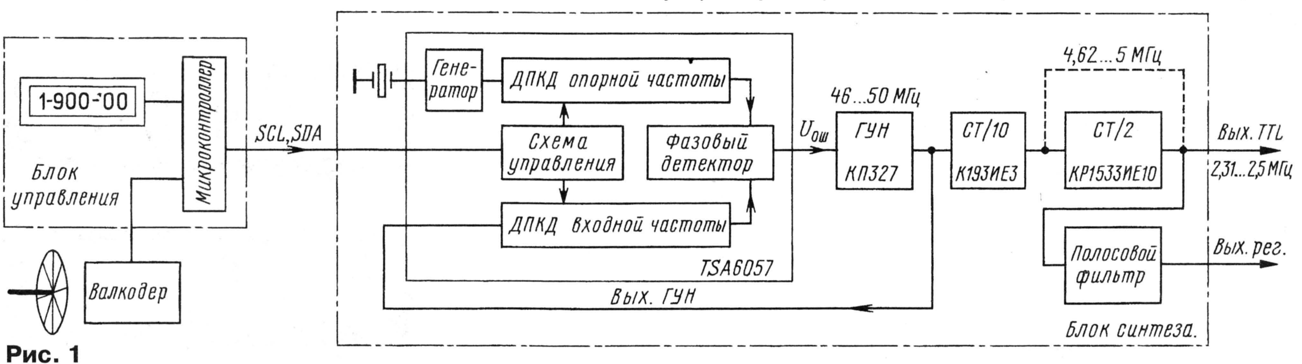


Рис. 1

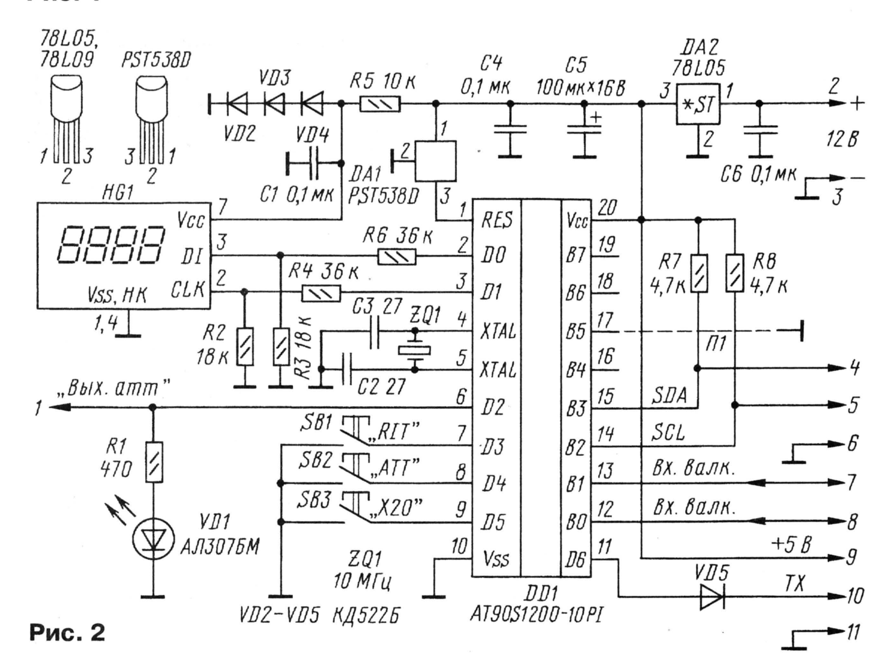


Рис. 2

Выходной сигнал ГУН поступает на вывод 5 микросхемы DA5 на вход ДПКД входной частоты, коэффициент деления в котором может изменяться в широких пределах. Выходной сигнал делителя поступает на первый вход фазового детектора (внутри DA5).

Сигнал кварцевого генератора микросхемы DA5 после прохождения через второй ДПКД (опорной частоты) уменьшается в определенное число раз для того, чтобы сформировать сигнал опорной частоты сравнения и поступает на второй вход фазового детектора.

В фазовом детекторе сравниваются фазы сигналов и вырабатывается сигнал ошибки, величина которого пропорциональна разности фаз сравниваемых сигналов. Этот сигнал ошибки поступает на варикап VD6 ГУН и изменяет частоту генерации так, чтобы минимизировать сигнал ошибки.

Для того чтобы получить шаг сетки 50 Гц, сигнал ГУН через усилитель на транзисторе VT3 поступает на цифровой делитель частоты. Чтобы снизить поме-



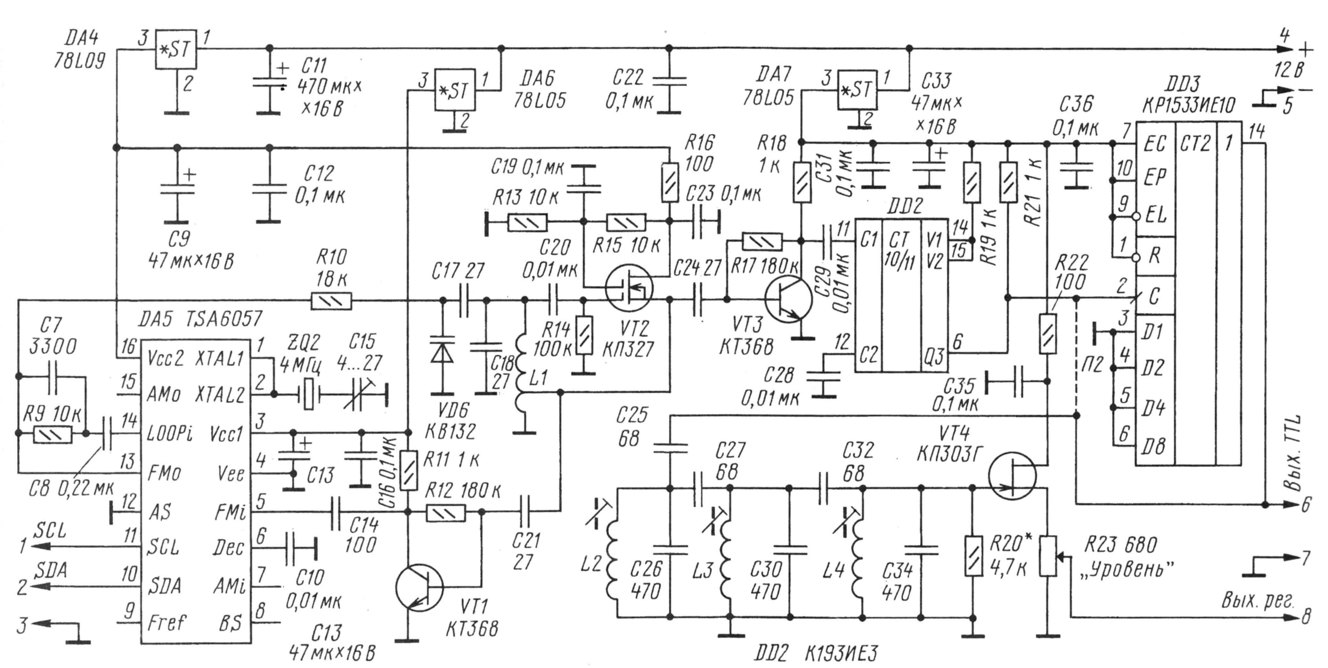


Рис. 3

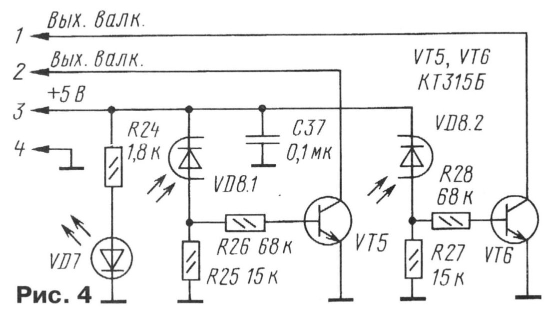


Рис. 4

хи от цифровой части устройства, микросхемы делителя получают напряжение питания +5 В от отдельного стабилизатора DA7.

Первый счетчик DD2 (двоично-десятичный) уменьшает частоту выходного сигнала в десять раз, а второй DD3 (двоичный) уменьшает частоту сигнала ГУНа еще в два раза.

С вывода 14 микросхемы DD3 "поделенный" сигнал поступает на трехконтурный диапазонный полосовой фильтр, формирующий из сигнала типа "меандр" сигнал, имеющий синусоидальную форму. На выводе "Вых. рег." присутствует сигнал синусоидальной формы частотой 2,31...2,5 МГц. Полоса пропускания фильтра лежит в диапазоне 2300...2500 кГц. Истоковый повторитель на транзисторе VT4 согласовывает высокое выходное сопротивление полосового фильтра с низкоомной нагрузкой. Резистор R20 установлен для того, чтобы выровнять добротность третьего контура фильтра (L4C34) по отношению к остальным контурам.

Управление работой синтезатора производится с помощью валкодера и трех кнопок. Схема валкодера приведена на **рис. 4**, схема соединения блоков синтезатора — на **рис. 5**.

Между светодиодом VD7 и фотодиодами VD8.1(2) валкодера расположен диск с прорезями. Диск связан механически с поворотным валом. При вращении на выходе обоих каналов формируются импульсы, частота которых пропорциональна скорости вращения вала, а фаза — направлению вращения.

Перестройка синтезатора вверх или вниз по частоте с шагом 50 Гц производится поворотом ручки валкодера вправо или влево. Если нажать кнопку "X20", при вращении валкодера перестройка по диапазону будет осуществляться с шагом 1 кГц.

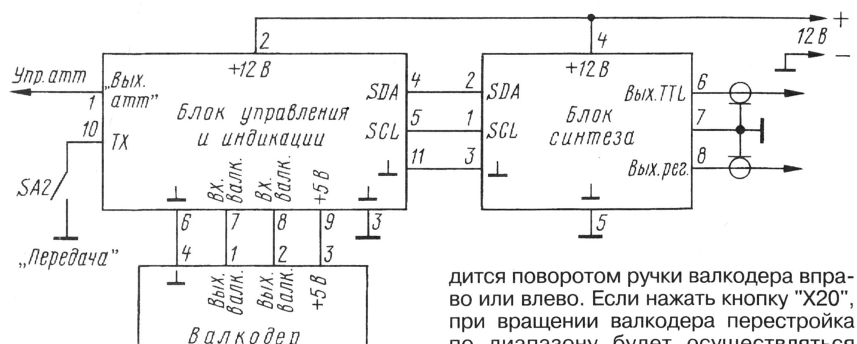


Рис. 5

Резистивные делители R2R4, R3R6 согласовывают величину логических уровней, которые передаются в индикатор. Микросхема-супервизор DA1 предотвращает возможную потерю информации EEPROM микроконтроллера при плавном нарастании и спаде его напряжения питания. Резисторы R7 и R8 — нагрузка линий SDA и SCL шины I²C. Вид символов, отображаемых на индикаторе, приведен на **рис. 6**. В качестве стартовой частоты может быть выбрана любая частота диапазона.



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

При нажатии на кнопку "RIT" текущее значение частоты синтезатора фиксируется в памяти микроконтроллера. В крайнем левом знакоместе индикатора появляется символ "P" (**рис. 7**). В режиме приема можно перестроиться на любую частоту диапазона. Передача будет вестись на частоте, записанной в памяти (режим "SPLIT"). Во время работы в режиме передачи индицируется именно это значение. Повторное нажатие на

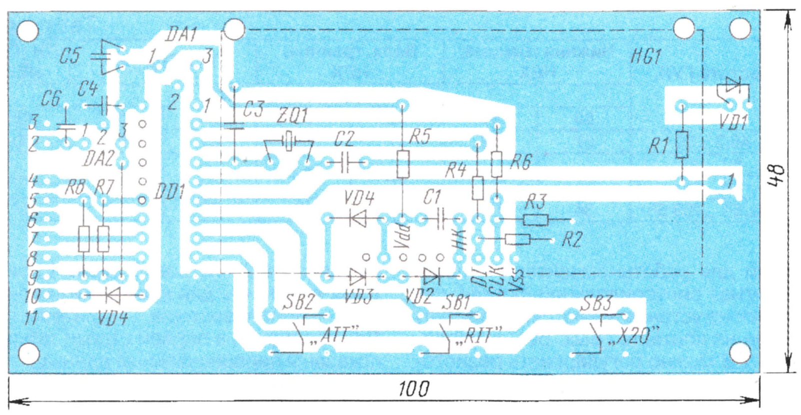


Рис. 9

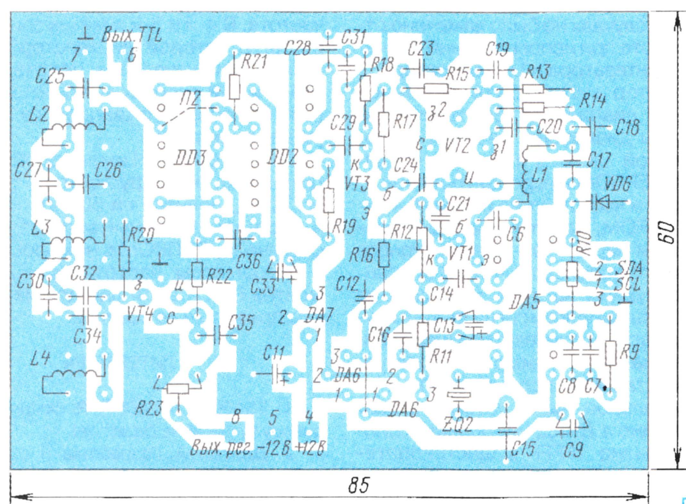


Рис. 10

кнопку "RIT" — выход из режима. В режиме передачи в крайнем левом знакоместе индицируется знак "F" (**рис. 8**).

При каждом нажатии на кнопку "АТТ" вывод 8 микроконтроллера DD1 переключается в состояние логической "1" и наоборот, о чем свидетельствует горение или гашение светодиодного индикатора VD1. Эту функцию можно задействовать для выполнения каких-либо действий — переключения аттенюатора, УРЧ, изменения мощности передатчика, включения режима CW и т. д.

При включении синтезатора он начинает работу на частоте, которая записана в EEPROM. В авторском варианте — это частота 2400 кГц, которая соответствует примерной середине радиолюбительского диапазона 160 метров — 1900 кГц. Для записи в память микроконтроллера текущего значения необходимо на нажать кнопку "АТТ" и, не отпуская ее, на кнопку "RIT".

Печатная плата блока управления и индикации выполнена из одностороннего текстолита. Индикатор закреплен непосредственно над платой с помощью стоек. Ее эскиз приведен на **рис. 9**.

Печатная плата блока синтеза изготовлена из двустороннего текстолита. Ее топология приведена на **рис. 10**. Верхний слой фольги служит общим проводом. Отверстия под выводы, не соединенные с "землей", зенкуются.

В конструкции использованы постоянные резисторы типов С1-4, С2-23, МЛТ; подстроечный — СП4-1.Все постоянные конденсаторы — К10-17 или КМ, подстроечный (С15) — КТ4-23, а оксидные конденсаторы — К50-35.

Катушка ГУН L1 — бескаркасная, намотана на оправке 5 мм и содержит 6,5+2,5 витков, считая от заземленного конца проводом диаметром 0,6 мм. Катушки L2—L4 намотаны на полистироловых каркасах диаметром 5 мм с карбонильным сердечником и содержат по 45 витков провода ПЭВ 0,1. Если частота ГУНа не будет превышать 100 МГц, вместо микросхемы делителя DD2 можно применить микросхему 74AC192 (правда, со своими внешними цепями — печатную плату придется переделывать), DD3 заменяется на К555ИЕ10 или 74HC161. ЖКИ индикатор HG1 — типа КО-4В. Микроконтроллер AT90S1200 можно использовать с любым индексом-10PI,-10SI,-12PI,-12SI. Кнопки —малогабаритные, имеющие шток длиной около 14 мм. Кварцевый резонатор ZQ1 может быть на частоту 8...10 МГц.

Для изготовления валкодера автор применил части от неисправного манипулятора "мышь" — излучающий диод, сдвоенный фотодиод, пластмассовый диск с прорезями, коннектор с проводниками. Основанием послужил шпиндель от дисковода 5,25'' (**рис. 11**). При отсутствии таких деталей можно применить валкодер любой конструкции, который обеспечивает при повороте вала выдачу импульсов амплитудой 4...5 В, сдвинутых по фазе между собой. За один проход прорези диска перед оптопарами программа формирует 4 импульса. Печатная плата валкодера не приводится ввиду ее зависимости от вида используемых деталей — светодиода, фотодиодов, диска и.т. д.

При программировании микроконтроллер можно воспользоваться, например, популярным программатором PonyProg. Методика работы с программатором, так и информация о изготовлении адаптеров для различных типов микросхем подробно описана в [2]. Для программирования только микросхем AT90S1200 и AT90S2313 можно изготовить упрощенный адаптер [3]. Прошивку микроконтроллера можно скачать с FTP-сервера журнала "Радио" по адресу **ftp.radio.ru/pub/2004/12/sintez2.zip** .

Правильно собранная плата управления и индикации в настройке не нуждается.

Плату синтезатора настраивают так. Плату включают без установленной микросхемы DA5. К левому (по схеме) выводу резистора R10 подключают движок переменного резистора сопротивлением 10...68 кОм. Остальные два вывода переменного резистора подключают на "корпус" платы и точку питания 9 В. К выходу (предпочтительно вывод "вых. TTL." подключается частотомер. Перемещая

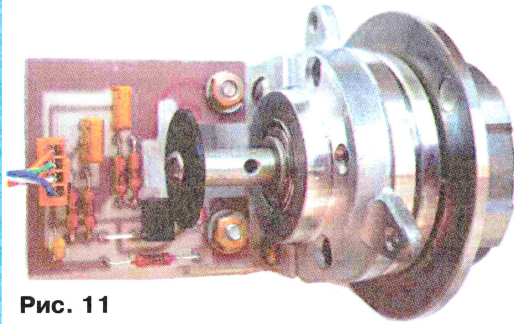


Рис. 11

витки катушки L1, добиваются того, чтобы при изменении напряжения на варикапе VD6 в пределах 2...7 В частота синтезатора изменялась в диапазоне 2,31...2,5 МГц. Если при вышеуказанных пределах напряжения на варикапе перекрытие ГУН по частоте оказывается недостаточным, необходимо увеличить емкость конденсатора С17.

После окончания настройки ГУН все узлы синтезатора соединяют между собой и производят проверку работоспособности устройства вцелом. Подстройкой конденсатора С15 добиваются того, чтобы частота на выходе устройства отличалась от суммы значения, показанного на индикаторе и частоты ПЧ не более чем на ±10 Гц.

Трехконтурный полосовой фильтр настраивают традиционными методами — либо с помощью измерителя АЧХ (что предпочтительно), либо с помощью ос-

Таблица 1

Диапазон	ПЧ, кГц	Тип ЭМФ	Вых. частота синт., кГц	Частота ГУН, МГц	Нижняя граница, HEX		Верх. граница, HEX		ПЧ (кГц), HEX		ПЧ (Гц), HEX
					Номера ячеек EEPROM						
					00	01	02	03	06	07	08
160 метров	500	ВБП	2310…2500	46,2…50	07	12	07	D0	01	F4	00
80 метров	500	ВБП	4000…4300	80…86	0D	AC	0E	D8	01	F4	00
80 метров	500	НБП	3000…3300	60…66							
20 метров	8872,36		5128…5478	102,56…109,56	36	B0	38	0E	22	A8	07

Таблица 2

Диапазон частот, кГц	L1, витков	C17, пФ	C18, пФ	L2—L4, витков	C26, C30 C34, пФ	C25, C27, пФ
3000…3300	3+8,5	18	24	35	390	39
4000…4300	2+6,5	8,2	12	30	330	33
5128…5478	1+5,5	8,2	12	35	220	22

циллографа, либо высокочастотного милливольтметра, подключенного в выходу "Вых. TTL" синтезатора. Полоса пропускания фильтра должна быть в пределах 2,28…2,53 МГц.

Автор постарался сделать устройство, которое легко можно использовать с любым типом смесителя — от аналогового перемножителя до высокоуровнего смесителя с делением частоты.

При использовании синтезатора со смесителем, который дополнительно уменьшает частоту сигнала гетеродина в 2 раза (например, [4]), микросхема DD3, элементы трехконтурного ДПФ и истоковый повторитель VT4 в плату блока синтеза не запаиваются. На плате блока синтеза устанавливается перемычка П2. При этом на контакте "Вых.TTL" будет присутствовать сигнал синтезатора с частотой, в два раза больше рабочей.

Если синтезатор используется с обычным ключевым смесителем (без дополнительного деления частоты гетеродина), сигнал основной частоты логического уровня можно снять с контакта "Вых.TTL" (при этом также не устанавливаются элементы трехконтурного фильтра и истоковый повторитель). Необходимо учесть, что нагрузочная способность счетчика DD3 невелика и подключать низкоомную нагрузку непосредственно к контакту "Вых. TTL" нельзя.

Если для работы смесителя необходим сигнал синусоидальной формы, перемычки не устанавливаются. Амплитуду сигнала на контакте "Вых. рег" в пределах 0…1 В можно регулировать резистором R23.

Автор тестировал синтезатор с трансиверами, аналогичными по конструкции трактам "Аматор-160" [5] и "Аматор-КФ" [6]. В обоих случаях не было замечено отличий в работе при использовании в качестве ГПД синтезатора и LC-генератора.

Синтезатор может быть применен и на других диапазонах. Значения нижней частоты диапазона, верхней частоты, стартовой частоты и частота ПЧ заносятся в EEPROM микроконтроллера.

Для других частот нужно изменить константы EEPROM, частотозадающие элементы ГУН и параметры трехконтурного ДПФ (при его использовании). В описанной конструкции частота синтезатора выше частоты входного сигнала. Для случая, когда частота синтезатора ниже частоты сигнала, необходимо на плате управления установить перемычку П1.

Максимальное число, которое может быть записано в ДПКД микросхемы синтезатора, равно 1FFFF в шестнадцатеричном или 131071 в десятичном исчислении. Соответственно при шаге сетки 1 кГц максимальная выходная частота ГУН будет равна 131,071 МГц. При использовании делителя на 20 максимальная выходная частота синтезатора может быть примерно 6553 кГц. Это позволяет выполнить синтезатор для тракта, аналогичного трансиверу "Радио-76" на диапазон 80 метров. Также возможно применение данного синтезатора в трансивере с ПЧ, равной 8…11 МГц в диапазоне 20 метров. В **табл. 1** приведены константы для нескольких вариантов использования синтезатора. Для сравнения в первой строке таблицы показаны первоначальные данные.

В нулевой и первой ячейках занесена нижняя частота диапазона, преобразованная в шестнадцатеричный вид. Во второй и третьей ячейках — верхняя частота. В 4-й и 5-й ячейках занесена частота, с которой синтезатор начинает работу при начальной подаче питания. В 6-й и 7-й ячейках — частота ПЧ в кГц (частота опорного кварцевого генератора для тракта ПЧ).

Если частота ПЧ имеет дробную часть (доли кГц), она округляется с точностью до 50 Гц, делится на 50, преобразуется в шестнадцатеричный вид и записывается в ячейку ЕЕПРОМ с номером 8.

Параметры частотозадающих элементов ГУН и ДПФ для других диапазонов приведены в **табл. 2**.

ЛИТЕРАТУРА

1. TSA6057, TSA6057T. Radio tuning PLL frequency synthesizer. Datasheet.
2. **Долгий А.** Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 5—12; 2002, № 1.
3. **Темерев А.** УКВ синтезатор частоты. — Радио, 2003, № 4, с. 62—64.
4. **Белянский А.** КВ трансивер HT981M. — Радио, 2001, № 1—10.
5. **Темерев А.** Трансивер "Аматор-160". — Радио, 2001, № 9, с. 58—61.
6. **Темерев А.**Трансивер с кварцевым фильтром. — Радио, 2002, № 3, 4.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Простой приемник PSK-31

С. Коваленко, г. Кстово Нижегородской обл.

Предлагаемая вниманию читателей разработка — пример того, как с помощью самой простой техники удается начать освоение самых современных видов связи. Изготовление приемника не займет много времени, но, построив его и подключив к компьютеру, можно успешно наблюдать за работой любительских радиостанций, использующих цифровой вид связи PSK-31.

Предлагаемый приемник позволяет с помощью компьютера принимать любительские сигналы формата PSK-31 [1] в районе частоты 14,07 МГц, рекомендованной для цифровых видов связи.

Приемник собран по схеме прямого преобразования [2] всего на пяти транзисторах и двух полупроводниковых диодах (**рис. 1**). Работает он так. Сигнал, возбуждаемый антенной через катушку связи L1 во входном колебательном контуре L2C1, поступает на смеситель, собранный на диодах VD1 и VD2, включенных встречно-параллельно. Напряжение гетеродина поступает на смеситель через конденсатор связи C2. Частоты биений, образующиеся на выходе смесителя, лежат в звуковом диапазоне.

Этот приемник преобразует полосу частот 14069,5…14072,5 кГц в полосу 0…3 кГц. Естественно, есть и зеркальный канал приема 14066,5…14069,5 кГц. Используя фазовые методы, его можно было бы подавить, но пока автор не видит такой необходимости. Полоса принимаемых частот в PSK-31 равна всего 31 Гц, поэтому помехи от станций на частоте зеркального канала мешают редко. Точная настройка на частоту принимаемого сигнала осуществляется программно. Полоса обзора при использованной автором программе SBW108 составляет 500 Гц, но можно найти и другие, более совершенные программы.

Сигналы ЗЧ с выхода смесителя проходят через простейший ФНЧ R1C3 и поступают на вход трехкаскадного УЗЧ, собранного по схеме с непосредственной связью между каскадами на транзисторах VT1—VT3.

Транзисторы УЗЧ работают в режиме микротоков. Режим транзисторов стабилизирован цепью ООС R2R5C5 с коллектора транзистора VT3 на базу VT1. Конденсатор C5 замыкает переменную составляющую сигнала ООС на общий провод, предотвращая сниже-

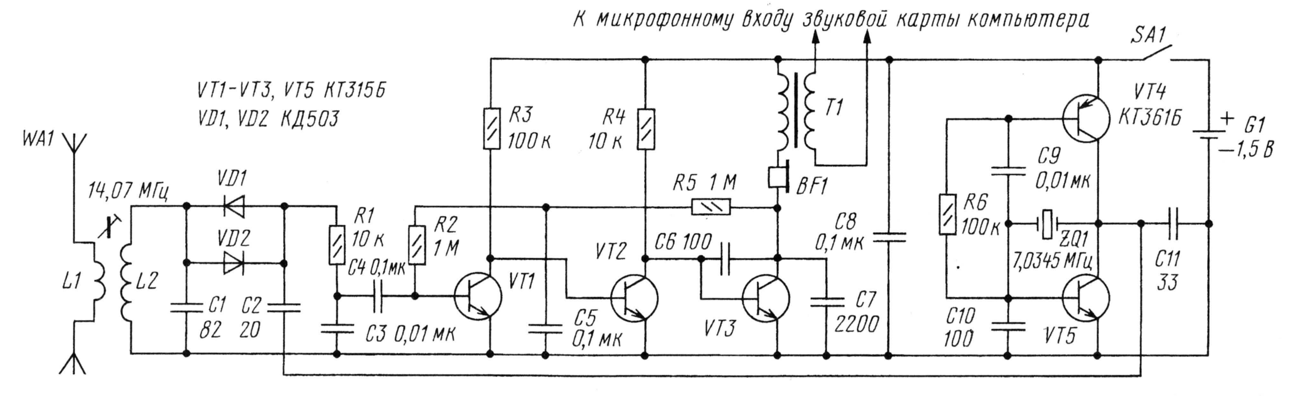


Рис. 1

ние усиления. Конденсаторы C6 и C7 дополнительно ослабляют верхние частоты звукового спектра. Подробнее этот УЗЧ описан в [3].

Нагрузкой УЗЧ служат высокоомные головные телефоны BF1, необходимые для слухового контроля приема сигнала. Их активное сопротивление (3...5 кОм) выполняет роль нагрузочного резистора, обеспечивая правильный режим транзисторов по постоянному току.

Последовательно с телефонами включена обмотка выходного трансформатора T1, служащего для связи с компьютером и гальванической развязки приемника с ним, что уменьшает проникновение помех от компьютера в приемник. Этому же способствует и индуктивная связь с антенной.

Если корпус компьютера хорошо заземлен, то можно попробовать подключить приемник к компьютеру и без трансформатора. В этом случае надо снять сигнал с коллектора транзистора VT3 через разделительный конденсатор емкостью 0,1 мкФ, а общий провод звуковой карты соединить с минусом элемента питания приемника.

Гетеродин приемника собран по двухтактной схеме на транзисторах разной структуры VT4, VT5. Такое решение заметно снижает уровень четных гармоник гетеродина. Желательно подобрать транзисторы с близкими коэффициентами передачи тока. Поскольку каждый транзистор служит динамической нагрузкой для другого, общее усиление получается большим и при малом потребляемом токе гетеродин хорошо возбуждается даже с кварцевыми резонаторами, имеющими пониженную активность. По принципу работы смесителя на встречно-параллельных диодах частота гетеродина должна быть вдвое ниже частоты сигнала, поэтому частота кварцевого резонатора ZQ1 равна 7,0345 МГц.

Питание приемник получает от одного гальванического элемента с напряжением 1,5 В, потребляемый ток не превосходит 0,5 мА.

В качестве антенны рекомендую использовать симметричный полуволновой горизонтальный вибратор с симметричным фидером в виде двухпроводной линии. Подойдет телефонный провод или "витая пара" из любого изолированного провода.

PSK31 SB [BPSK]

File Setup Mode Help About

QTH: a V tAS n iy, OLEG?
RX3DK de PA1DV, KN.
DK de PA1DV
Rgr, rgrA OLEG, f ne tcetion info:
Rig: Jenw tdetts in dtgimode.
Эt.: a -13, rotary эpole for 10, 15, 20. [12 m a.s.l.]
W3DZZ dipole.
CP: Compaq notebook: Armada 17. Pentium II.
Home made interface.
Soft.: MixW 2.08 [demo]
E-maiS: PA1DV@amsat.org.
More info in QRZ.COM.
RX3DK de PA1DV, pse KN
RX3DK de PA1DV
Dear OLEG,
Tnx for all info and for this QSO.
QSL-card is sure via bureau or direct .
GL, gd DX. Cuagn oe my screeemily.
QSO logged off: -u- 28 Feb 2004— 18:25:44z.
RX3DK de PA1DV SK SK SK

Squelch Auto Off | Rx Freq Hz 1171 AFC | Tx Freq Hz 1000 NET | Tx Off | CW ID | CQ | Tune

Рис. 2

В приемнике допустимо использовать любые керамические конденсаторы и резисторы МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Катушка L2 должна иметь индуктивность около 1,4 мкГн. Она намотана виток к витку на каркасе диаметром 9 мм и содержит 12 витков провода ПЭЛ диаметром 0,41 мм. Катушка имеет подстроечник из ВЧ феррита или карбонильного железа для настройки входного контура в резонанс на частоту сигнала. Катушка связи L2 имеет два витка такого же провода и намотана поверх L1. При использовании короткой антенны в виде отрезка провода катушка связи не нужна, а антенна присоединяется либо непосредственно к контуру L2C1, либо (что лучше) к дополнительному такому же контуру, имеющему индуктивную связь с контуром L2C1.

В этой конструкции использован малогабаритный сетевой трансформатор T1 220/36 В, причем к выходу приемника подключена обмотка на 36 В, а к микрофонному входу звуковой карты компьютера — на 220 В. Подойдут и другие подобные сетевые или выходные трансформаторы, включенные аналогичным образом.

При налаживании приемника после проверки правильности монтажа подключают элемент питания и проверяют потребляемый ток. Он не должен превосходить 1 мА. Далее вольтметром проверяют напряжение на коллекторе транзистора VT3. Оно должно быть в пределах 0,8...1 В, в противном случае подбирают резисторы R2, R5. Затем осциллографом проверяют работу гетеродина, а цифровым частотомером — его частоту.

При отсутствии этих приборов убедиться в работоспособности приемника можно и на слух. Если гетеродин возбуждается, то при подсоединении антенны к приемнику в телефонах будет прослушиваться шум эфира и какие-либо тоны радиолюбительских сигналов. В редких случаях при отсутствии возбуждения приходится уменьшить сопротивление резистора R6. Входной контур L2C1 настраивают по максимуму сигнала.

Для обработки сигналов автор использовал программу SBW108 [4], созданную в 1999 г. для бесплатного распространения среди радиолюбителей Питером Мартинезом (G3PLX). Программа имеет перевод файла справки на русский язык, выполненный Андреем (RA3DOA) и Михаилом (RV3DBL). Одно из первых сообщений, принятых этим приемником, показано на **рис. 2**. Поскольку сигнал был слабым и неустойчивым, в сообщении есть ошибки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кононов В.** Познакомьтесь — PSK-31. — Радио, 2001, № 12, с. 62—64.

2. **Поляков В.** Простой радиоприемник коротковолновика-наблюдателя. — Радио, 2003, № 1, с. 58—60; № 2, с. 58, 59.

3. **Коваленко С.** Детекторный приемник с УЗЧ. — Радио, 2004, № 6, с. 60.

4. <**http://www.ua1aco.narod.ru**>.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Антенны с СУ на линиях питания

Александр Шевелёв (DL1PBD), г. Гилерот, Германия
Игорь Гончаренко (DL2KQ), г. Бонн, Германия

Согласующие устройства (СУ) на линиях питания антенн применяются многие десятилетия. Радиолюбителей, в частности, привлекает возможность создания многодиапазонных антенн, в которых при удачном выборе параметров подобное СУ "автоматически перестраивается", обеспечивая приемлемый КСВ для передатчика. В литературе описано немало антенн подобного рода, но на самом деле далеко не все они позволяют отказаться от LC-тюнера. В статье рассмотрено несколько известных антенн с СУ на линиях питания и показаны пути их оптимизации для получения лучших результатов.

Если LC-тюнер по каким-то причинам вас не устраивает, то наверняка придется по душе идея сделать тюнер из линии питания. Как известно, линия трансформирует импеданс, и если постараться, то можно подобрать размеры антенны и линии так, чтобы получить неплохое их согласование с фидером более чем на одном любительском диапазоне.

Например, симметричный диполь длиной 8,2 м, запитанный двухпроводной линией с волновым сопротивлением 450 Ом и с электрической длиной 16,25 м (**файл N4UFP17_12.maa**), внизу линии имеет входное сопротивление около 100 Ом на диапазонах 17 и 12 метров. Это обеспечивает приемлемое согласование с кабелем 75 Ом. При использовании линии с волновым сопротивлением 450 Ом в пластике не забудьте учесть ее коэффициент укорочения $К_у$. Так, для распространенной линии типа Win450 $К_у$=0,9 ее физическая длина будет 14,6 м.

Напомним, что для просмотра файлов, о которых пойдет речь в этой статье, нужно установить на компьютере программы MMANA (**www.radio.ru/mmana**) и APAK-EL (**www.qsl.net/dl2kq/mmana/4-4.htm**). Сами файлы размещены по адресу **www.qsl.net/dl2kq/mmana/4-3-21.htm** под номерами с 27-го по 40-й.

Вариант этой антенны с диполем 16,4 м и воздушной двухпроводной линией с волновым сопротивлением 500 Ом и длиной 12,4 м имеет КСВ<1,6 (относительно 75 Ом) на диапазонах 30 и 17 метров (**файл N4UFP30_17.maa**).

Но ясно, что чудес не бывает. Если с одним отрезком линии на двух диапазонах еще можно достичь хорошего согласования, то на нескольких это существенно сложнее. Хотя радиолюбители и делали такие попытки. Первая из них — антенна G5RV, незаслуженно известная как "вседиапазонная". Это симметричный диполь длиной 31,1 м, запитанный через отрезок двухпроводной линии с волновым сопротивлением 300 Ом и с электрической длиной 13,1 м (линии 300 Ом в пластике имеют $К_у$=0,8, поэтому физическая длина линии — 10,4 м). Далее идет кабель 75 Ом произвольной длины. Хотя антенна рекламируется производителями как работающая на всех любительских диапазонах от 80 до 10 метров, но это не так. На самом же деле (**файл G5RV.maa**) удовлетворительное согласование (КСВ — не более 2) эта антенна имеет лишь на двух диапазонах — 40 и 10 метров. На диапазонах 80, 20 и 17 метров ее КСВ не превышает 5, что весьма условно можно считать приемлемым. На диапазонах 30, 15 и 12 метров КСВ в коаксиальном кабеле 75 Ом заметно больше 10, и использовать ее на этих диапазонах вообще не имеет смысла. Приводимые же в некоторых публикациях более низкие значения КСВ антенны G5RV измерены при использовании длинного коаксиального фидера. А как известно, в этом случае истинное значение КСВ занижается, причем тем сильнее, чем выше действительный КСВ (в точке подключения к согласующей линии).

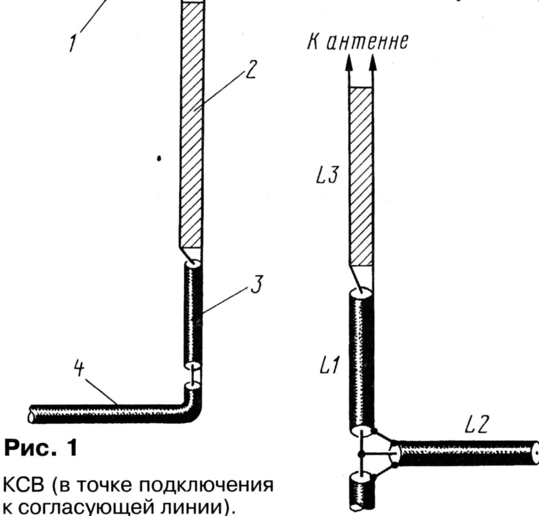


Рис. 1

Рис. 2

Более удачную антенну на таком принципе предложил ZS6BKW. Это симметричный диполь длиной 28,1 м, питаемый по воздушной двухпроводной линии с волновым сопротивлением 400 Ом и длиной 13,6 м (**файл zs6bkw.maa**). Антенна ZS6BKW работает в диапазонах 40, 20, 17, 12 и 10 метров с значениями КСВ в минимуме не более 1,6 на каждом из диапазонов.

Однако ясно, что регулировкой всего двух параметров единственного согласующего отрезка линии (ее волнового сопротивления и длины) получить хорошее согласование сразу на нескольких диапазонах нельзя. Значит, надо использовать несколько отрезков линий.

Для проектирования таких антенных систем служит программа APAK-EL. Она позволяет просчитать согласование, если между антенной и основным кабелем размещены до трех отрезков разных линий в любой конфигурации. Задав рабочие частоты и импедансы самой антенны на этих частотах (из расчета антенны в MMANA или NEC2 for MMANA), на очень удобных графиках можно одновременно видеть изменение КСВ в пределах всех заданных диапазонов. К сожалению, в задаче такого уровня сложности невозможно дать определенные рекомендации по согласованию. Поэтому отнеситесь к работе в APAK-EL, как к компьютерной игре, цель которой совместить в одной точке минимумы нескольких разноцветных графиков путем изменения числа, схем их включения, волнового сопротивления и длин линий. Игра эта сложная (много степеней свободы) и далеко не всегда имеющая решение. Ведь далеко не всякую антенну можно согласовать одновременно в нескольких диапазонах даже сложным СУ из трех разных отрезков линий. Тем не менее удачные конструкции существуют, и с некоторыми из них мы сейчас познакомимся.

Начнем с двух уже рассмотренных в этом параграфе антенн (**N4UFP17_12.maa** и **N4UFP30_17.maa**), имеющих при одной двухпроводной линии не очень хорошее согласование с фидером с волновым сопротивлением 75 Ом. APAK-EL показывает, что при использовании дополнительного отрезка 75-омного кабеля можно получить хорошее согласование (КСВ<1,1) на обоих диапазонах с кабелем с волновым сопротивлением 50 Ом. Этот вариант антенны для двух комбинаций любительских диапазонов показан на **рис. 1**.

Для комбинации диапазонов 17/12 метров вибратор 1 имеет размеры 2×4,1 м, воздушная двухпроводная линия 2 с волновым сопротивлением 450 Ом — длину 16,25 м, а согласующий элемент 3 из отрезка 75-омного кабеля (например, RG-11) — длину 2,32 м. Цифрой 4 обозначен фидер. Воздушную линию можно заменить ленточным кабелем с таким же волновым сопротивлением с учетом, естественно, коэффициента укорочения. Например, для кабеля Win450 длина элемента 2 будет 14, 55 м.

Для комбинации диапазонов 30/17 метров вибратор 1 имеет размеры 2×8,2 м, воздушная двухпроводная линия 2 с волновым сопротивлением 500 Ом — длину 12,33 м, а согласующий элемент 3 из отрезка 75-омного кабеля — длину 7,28 м.

Важно, что APAK-EL показывает не только КСВ, но также и КПД системы согласования при использовании в СУ линий с реальными характеристиками (надпись "Efficient" на графиках). Ведь в линиях согласования КСВ больше 1, что служит причиной повышенных потерь. Поэтому, создав систему согласования, надо проверить не только КСВ, но и КПД по диапазонам.

У антенн, показанных на рис. 1, КПД системы согласования (без учета по-

Элементы СУ \ Вариант антенны		GP UA1DZ (40, 20, 15 метров)	WARC диполь DL1PBD (30, 17, 12 метров)	4-диапазонный диполь DL1PBD (40, 20, 15, 10 метров)	6-диапазонный диполь DL1PBD (80, 40, 30, 20, 15, 10 метров), вариант 1	6-диапазонный диполь DL1PBD (80, 40, 30, 20, 15, 10 метров), вариант 2
L3	Тип	Win450	Win450	Tub300	Tub300	Tub300
	Z, Ом	450	450	300	300	300
	Длина, м	0,715	3,39	2,26	5,16	5,15
L1	Тип	RG11	RG11	RG11	RG213	Aircell7
	Z, Ом	75	75	75	50	50
	Длина, м	2,81	2,29	3,40	7,49	9,43
L2	Тип	RG11	RG213	RG11	RG11	RG59
	Z, Ом	75	50	75	75	75
	Длина, м	4,13	3,24	3,05	6,20	6,08

терь в кабеле 50 Ом) на обоих диапазонах более 95 %, что для таких систем считается очень хорошим результатом.

В свое время Г. Румянцев (UA1DZ) предложил удобную схему многодиапазонного тюнера из трех отрезков линий, показанную на **рис. 2** (отрезок кабеля L2 на конце разомкнут). UA1DZ применил такой тюнер для согласования GP высотой 9,4 м с четырьмя противовесами по 9,3 м (**файл ua1dz.maa**).

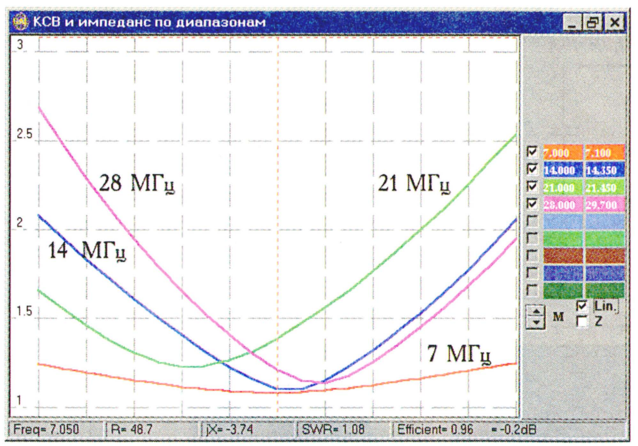


Рис. 3

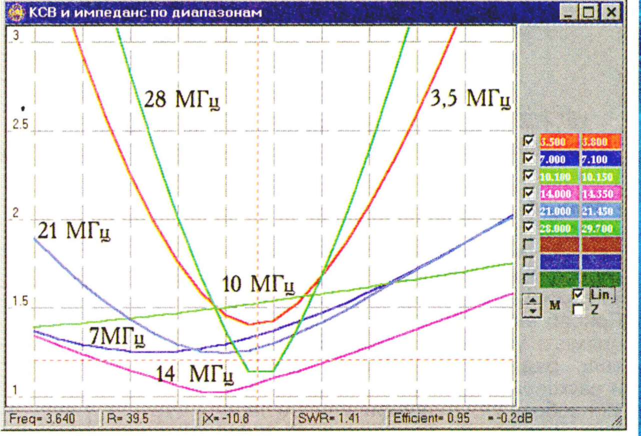


Рис. 4

Антенна UA1DZ (GP и показанное на рис. 2 устройство согласования, с размерами, приведенными в первом столбце **таблицы**) позволяет получить хорошее согласование с кабелем 75-омным кабелем на диапазонах 40, 20 и 15 метров (см. открываемый APAK-EL **файл ua1dz.nwl**, в котором описана данная антенная система). На резонансных частотах КСВ антенны UA1DZ не превышает 1,2 на всех трех диапазонах. На краях диапазонов 40 и 15 метров КСВ<1,4. На диапазоне 20 метров КСВ на краях возрастает до 2. Это не единственная проблема антенны UA1DZ в диапазоне 20 метров. Из-за высокого входного импеданса самого вибратора на этом диапазоне КПД СУ даже при толстых кабелях типа RG213 оказывается относительно небольшим — всего 66 % (на диапазонах 40 и 15 метров КПД выше 95 %). Остальное, увы, идет на нагрев кабелей СУ.

Взяв за основу предложенное UA1DZ согласующее устройство, DL1PBD реализовал несколько многодиапазонных горизонтальных диполей. В отличие от антенны UA1DZ, антенны DL1PBD согласованы на фидер с волновым сопротивлением 50 Ом. Упоминающаяся в таблице двухпроводная линия Tub300 имеет волновое сопротивление 300 Ом и коэффициент укорочения 0,8.

WARC диполь DL1PBD на диапазоны 30, 17 и 12 метров (см. второй столбец в таблице и **файлы warc.maa, warc.nwl**) — это симметричный вибратор длиной 9,45 м с СУ по схеме рис. 2. Антенна имеет КСВ<1,4 во всех полосах WARC диапазонов. КПД СУ по диапазонам: 30 метров — 92 %, 17 метров — 70 %, 12 метров — 95 %.

Четырехдиапазонный диполь DL1PBD на диапазоны 40, 20, 15 и 10 метров (третий столбец в таблице и **файлы dip4010.maa**, **dip4010.nwl**) — это симметричный вибратор длиной 18,24 м с СУ по схеме рис. 2. Зависимости КСВ от частоты этой антенной системы для каждого из диапазонов показаны на **рис 3**. Обратите внимание, сколь низки КСВ на резонансе во всех диапазонах — менее 1,3. Это очень хороший показатель для любой антенны, а уж для многодиапазонной в особенности. КПД СУ по диапазонам : 40 метров — 96 %, 20 метров — 63 %, 15 метров — 87 %, 10 метров — 92 %.

Шестидиапазонный диполь DL1PBD на диапазоны 80, 40, 30, 20, 15 и 10 метров (четвертый столбец в таблице и **файлы dip8010.maa**, **dip8010.nwl**) — это симметричный вибратор длиной 35,2 м с СУ по схеме рис. 2. Зависимости КСВ от частоты этой антенной системы показаны на **рис. 4**. КСВ по диапазонам не столь низки, как в предыдущей, но тем не менее на частотных резонансах КСВ не превышают 1,5. Это в шести диапазонах! КПД СУ по диапазонам: 80 метров — 95 %, 40 метров — 44 %, 30 метров — 80 %, 20 метров — 91 %, 15 метров — 87 %, 10 метров — 87 %.

У второго варианта этой антенны с более тонкими кабелями (последний столбец в таблице и **файлы dip8010.maa**, **dip8010_1.nwl**) лучшие показатели по КСВ. Но, увы (чудес ведь не бывает), происходит это из-за возрастания потерь в более тонких кабелях СУ: 80 метров — 94 %, 40 метров — 40 %, 30 метров — 76 %, 20 метров — 89 %, 15 метров — 83 %, 10 метров — 83 %. Но и в таком варианте эта антенна остается одним из лучших решений для подобных антенн.

Данные для СУ, приведенные в таблице, не являются "священной коровой". При использовании линий других типов может потребоваться корректировка их длины. Не исключено, что корректировку придется делать, если земля отличается по параметрам от средней (для нее производились эти расчеты). Понадобится, возможно, корректировка и в тех случаях, когда высоты подвеса антенн отличаются от тех, что указаны в соответствующих файлах. Ведь свойства земли и высота подвеса влияют на входной импеданс антенны.

Именно упомянутые факторы ответственны за то, что в разных описаниях антенны UA1DZ приводятся слегка отличающиеся друг от друга размеры линий согласования.

Но уточнения — подгонка длины линий — в APAK-EL делаются наглядно и несложно. Попробуйте в качестве упражнения в **файле ua1dz.nwl** сменить линию L3 с Win450 (ленточная в пластике с высеченными окнами, 450 Ом, $K_у$ = 0,9) на Open600 (воздушная, 600 Ом, $K_у$ = 0,95). Очень просто, находясь в закладке "Графики" и изменяя длину L3, совместить в одной точке минимумы всех трех графиков. При этом длина L3 изменяется с 0,715 м (данные таблицы) до 0,52 м.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев, скриншоты — авторы

Индикатор СВЧ излучения

И. Нечаев (UA3WIA), г. Курск

В некоторых случаях необходим прибор, который бы индицировал наличие излучения СВЧ диапазона. С его помощью можно проверить работоспособность передатчика сотового телефона, обнаружить работающий в помещении сотовый телефон или другое радиопередающее устройство. Прибор полезен при настройке любительской СВЧ аппаратуры, его можно использовать и для контроля экологической безопасности микроволновых печей и другой подобной аппаратуры.

В отличие от описанного ранее в журнале "Радио" аналогичного устройства (Виноградов Ю. Детектор излучения сотового телефона. — Радио, 2004, № 2, с. 43), предлагаемый индикатор имеет значительно больший радиус действия, достигающий 10 м.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Прием сигнала ведется на широкополосную полуволновую антенну, состоящую из двух вибраторов W1 и W2.

Рис. 1

Катушка индуктивности L1 замыкает накоротко низкочастотные наводки и служит как бы фильтром верхних частот. Прибор выполнен по схеме приемника прямого усиления и содержит усилитель радиочастоты (УРЧ), детектор и звуковой индикатор. На транзисторе VT1 собран УРЧ с коэффициентом передачи 10...20 дБ. Транзистор АТ-32011 предназначен для работы в диапазоне СВЧ при малом напряжении коллектора и небольшом потребляемом токе. Благодаря его применению устройство и обладает высокой чувствительностью. На диодах VD1, VD2 собран детектор по схеме выпрямителя с удвоением напряжения. Диоды работают при небольшом открывающем напряжении смещения, которое подается с делителя R3R4. Продетектированный сигнал открывает электронный ключ, собранный на транзисторе VT2, а он, в свою очередь, включает звуковой сигнализатор HA1. Резистор R4 задает напряжение начального смещения, подаваемое на диоды.

Работает устройство следующим образом. Сигнал, наведенный в приемной антенне, усиливается УВЧ и поступает на детектор. Изменяя сопротивление резистора R4, можно изменять открывающее напряжение смещения на выпрямительных диодах и тем самым регулировать чувствительность устройства.При увеличении этого напряжения ток через диоды и резистор R5 возрастает. Напряжение на резисторе R5 также увеличивается, и транзистор VT2 оказывается на грани открывания. При появлении СВЧ сигнала от сотового телефона или другого источника усиленные в УРЧ радиочастотные колебания будут выпрямляться диодами и напряжение на базе транзистора VT2 увеличится, он откроется и питающее напряжение поступит на сигнализатор HA1 — зазвучит сигнал.

С помощью индикатора удается определять и режимы работы сотового телефона. Когда сотовый телефон входит в сеть, индикатор подает короткие звуковые сигналы, а при вызове абонента и при разговоре с ним звуковой сигнал звучит непрерывно.

В устройстве можно применить следующие детали: диодную сборку VD1, VD2 можно заменить на другие детекторные диоды СВЧ диапазона, желательно с барьером Шотки, переменный резистор R4 — СП3, СПО, постоянные резисторы — Р1-12, конденсатор C1 — К10-17в или другой аналогичный керамический импортный, выключатель SA1 — ПД-9 или любой другой малогабаритный на два положения. В качестве батареи можно использовать один литиевый гальванический элемент или два "часовых" с общим напряжением около 3 В.

Большинство деталей размещено на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита, эскиз которой показан на **рис. 2**. Вторая сторона платы под деталями до границы, показанной штриховыми линиями (около транзистора VT1 и резистора R1), оставлена металлизированной и использована в качестве общего провода. Она соединена с общим проводом первой стороны через несколько отверстий. К плате припаивают вибраторы W1, W2 из согнутого медного провода диаметром 1...1,3 мм и выключатель SA1. Вид смонтированного индикатора без кор-

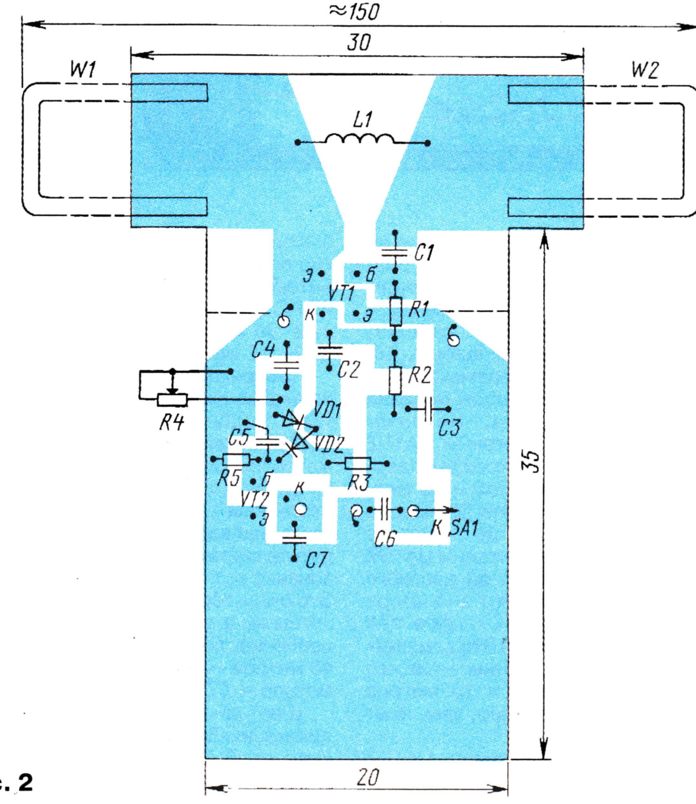
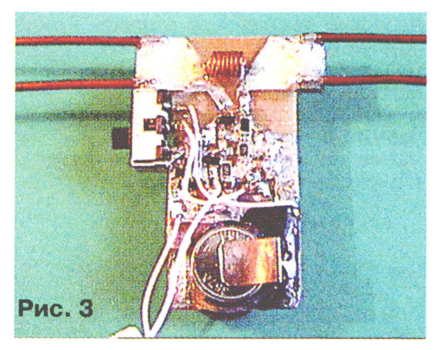
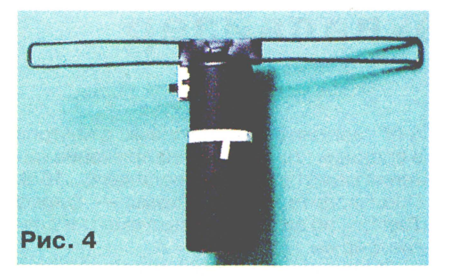


Рис. 2

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"





смонтированного индикатора без корпуса показан на **рис. 3**. Готовую плату размещают в пластмассовом корпусе, на котором предварительно установлен переменный резистор R4 (**рис. 4**).

Налаживают индикатор, подключив "свежую" батарею. Движок резистора R4 устанавливают в нижнее по схеме положение. При этом чувствительность устройства максимальна. Если звуковой сигнал уже зазвучит, несколько уменьшают сопротивление резистора R4. Затем резистором R1 устанавливают ток коллектора транзистора VT1. Он обеспечивает усиление 10...12 дБ при коллекторном токе 1 мА и напряжении на коллекторе 1 В. При увеличении тока коллектора до 5...10 мА коэффициент усиления возрастает до 15...18 дБ, соответственно увеличивается и чувствительность, но экономичность устройства при этом ухудшается. Затем проверяют работоспособность индикатора и дальность обнаружения сигнала, активизируя сотовый телефон.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Чернобыль. Снова в эфире

Александр Арбузов (UT3UZ), г. Киев, Украина

В последнее время возрастает интерес радиолюбителей к проведению радиосвязей с районами различных государств. В России, например, действует дипломная программа RDA, на Украине — URDA и т. д. Все большее число районов оказываются востребованными, но в силу различных причин "молчат" в любительском эфире. Одним из таких районов, по понятным причинам, являлся до августа этого года Чернобыльский район (Украина), когда его все же "распечатала" команда коллективной радиостанции Украинского государственного Центра радиочастот ("Укрчастотнагляд"), совершив туда радиоэкспедицию.

Подготовительный период к выезду начали уже в июле. Сначала был решен главный вопрос — оформлен пропуск (г. Чернобыль находится в зоне отчуждения аварии на Чернобыльской АЭС) на группу в 11 человек и оборудование, а также вопрос с размещением в самом городе. Первые попытки оформления закончились плачевно. Нам дали понять, что не видят необходимости в проведении данного мероприятия. Пришлось решать вопрос через МЧС Украины, в ведении которого находится зона отчуждения. В министерстве к нашей просьбе отнеслись с пониманием, в результате чего вопрос об оформлении пропуска на всех участников экспедиции, на автомобили и оборудование был решен окончательно в течение недели.

Участники экспедиции в Чернобыль (слева направо): стоят А. Лякин (UT2UB), Ю. Заскалета (UT7UW), В. Джулай (UY2UA), Е. Марценюк (UT4UBJ), А. Арбузов (UT3UZ), И. Магрело (UT4UAA), В. Гойко (UT4UO), Е. Ярошенко (UT4UAY), В. Куряков (UY2UY); сидят В. Гумаров (UT3UW), И. Соловей (UX3UN), Н. Шинкаренко (UX4UU).

Как и было намечено, 6 августа участники экспедиции на трех автомобилях, основательно загруженных аппаратурой, антеннами, продуктами питания, прибыли в г. Чернобыль. Из имеющегося оборудования были развернуты два рабочих места: трансивер TS-930S с усилителем мощности на ГУ-74 и трансивер TS-870. Из антенн были развернуты: многодиапазонная система диполей на мачте высотой 15 метров, комплексная антенна (состоящая из антенн Inverted V на диапазоны 80 и 40 метров и удлиненного вертикала на 20 м).

Установка первого рабочего места была закончена к 13.00 UTC, и в эфире зазвучал позывной сигнал экспедиции — EM0U/p. Чуть позже коллектив установил второе рабочее место, и экспедиция заработала в полную силу. К сожалению, уже к вечеру 6 августа усилитель мощности "приказал долго жить", поэтому все остальное время пришлось работать на мощности 100 Вт.

7 августа приехала вторая группа участников экспедиции. Было развернуто и 3-е рабочее место — на 50 МГц (IC-756PROII и 5 элементов YAGI на 50 МГц).

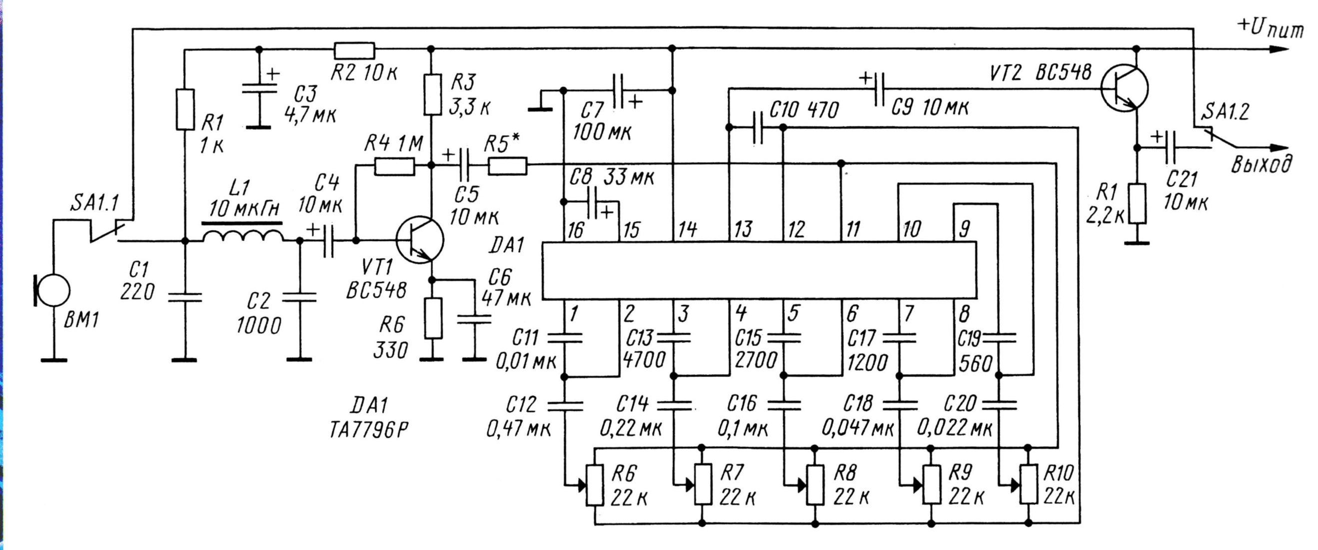
За двое суток работы было проведено более 2500 QSO с радиолюбителями 65 стран мира. Особенно активны были радиолюбители России, Германии, Украины, Чехии, Англии, Франции, Венгрии, Болгарии,Финляндии, Польши.

Хочется отметить очень доброжелательное отношение всех радиолюбителей к нашей работе, прозвучало немало добрых слов и пожеланий. В знак благодарности всем радиолюбителям, которые провели свыше двух QSO, будет направлен памятный сертификат.

Участники выражают искреннюю признательность и благодарность руководству государственного предприятия "Украинский государственный центр радиочастот", МЧС Украины, государственному предприятию "Чернобыльсервис" и персонально его директору Довгалю И.П., и.о. главного инженера Гороховскому В.Г., начальнику отдела режима зоны отчуждения Федоровскому А.Н. и многим другим работникам, которые с пониманием отнеслись ко всем нашим просьбам, тем самым обеспечив успешную и плодотворную работу экспедиции. Также благодарим всех радиолюбителей, которые принимали участие в организации нашей экспедиции и способствовали успешному ее проведению.

Пятиполосный эквалайзер для трансивера

Современные микросхемы позволяют изготовить несложный НЧ эквалайзер для микрофонного усилителя трансивера, позволяющий выравнивать суммарную амплитудно-частотную характеристику микрофона и усилителя или придать индивидуальную окраску излучаемому сигналу. Принципиальная схема пятиполосного монофонического эквалайзера приведена на **рисунке** (Marcel Schneider. Funfkanal-NF-Equalizer fur Funkanwendungen. — Funkamateur, 2004, 8, S. 801). Он выполнен на микросхеме TA7796P, предназначенной для использования в недорогих бытовых радиоприемниках и магнитофонах. Эта микросхема имеет хорошие технические характеристики. При выходном напряжении 0,245 В на частоте 1 кГц коэффициент гармоник не превышает 0,007 %. Шумы — не более 3 мкВ при полосе частот 20 Гц — 20 кГц. Эти характеристики измерены при "плоской" АЧХ (регуляторы полосовых фильтров в среднем положении). Напряжение питания может лежать в пределах 4...16 В. Производитель микросхемы — фирма Toshiba, но ее аналоги выпускают и другие фирмы.



В нижнем (по схеме) положении переключателя SA1 электретный микрофон BM1 подключен через ФНЧ к входу каскада предварительного усиления сигнала на транзисторе VT1. Этот ФНЧ введен для ослабления наводок на вход микрофонного усилителя сигнала собственного передатчика. Через резистор R1 на электретный микрофон напряжение смещения. Усиленный сигнал поступает на вход микросхемы DA1 (вывод 11), которая имеет коэффициент передачи 0 дБ с отклонением не более −2,5...+1,5 дБ (выходное сопротивление источника сигнала — 4,7 кОм, движки переменных резисторов эквалайзера — в среднем положении). Коэффициент передачи эквалайзера в целом можно устанавливать подбором резистора R5 (он может и отсутствовать). Включение микросхемы — типовое.

Пределы регулировки на средней частоте в каждой полосе частот — не менее −10...+10 дБ. Среднюю частоту f (Гц) рассчитывают по формуле

$$f=17{,}6/\sqrt{C'C''},$$

где C′ — C11, C13, C15, C17 или C19; C″ — соответственно C12, C14, C16, C18 или C20. Емкость этих конденсаторов надо подставлять в микрофарадах. Для номиналов этих конденсаторов, приведенных на рисунке, это частоты 250, 550, 1100, 2300 и 5000 Гц. С выхода микросхемы сигнал поступает на эмиттерный повторитель на транзисторе VT2 и далее на выход эквалайзера.

Микросхема TA7796P выпускается в 16-выводном DIP корпусе, а ее полный аналог TA7796Z — в 16-выводном ZIP корпусе, но обе они имеют одинаковое назначение одноименных выводов.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

О внешних антеннах для сотовых телефонов

А. ВОРОНЦОВ (RW6HRM), Ставрополь

В последние годы в связи с развитием сотовой связи в журналах стали появляться описания внешних направленных антенн для сотовых телефонов, позволяющих улучшить качество связи в полевых условиях, на дачах и т. п. (см., например, Василевский В. "Внешняя антенна для сотового телефона стандарта GSM" в "Радио", 2002, № 10, с. 70, 71).

Не оспаривая необходимости применения таких антенн в "мертвых" зонах, хотелось бы обратить внимание на часто встречающуюся в этих статьях фразу: "...при значительном удалении от антенны ближайшей базовой станции" или подобные утверждения.

Дело в том, что полезность применения внешних антенн для сотовых телефонов в случае связи с действительно удаленной базовой станцией может быть получена только в аналоговых сотовых сетях типов NMT-450 и AMPS-800. В цифровых же сетях GSM-900/1800 зона работы абонентского терминала (сотового телефона) при удалении от базовой станции устанавливается оператором связи программно и может достигать максимум 30 километров исходя из специфики стандарта GSM.

Поскольку используется временное разделение каналов, приходится мириться с запаздыванием сигнала при передаче информации от базовой станции к абонентскому терминалу и обратно, и при слишком большом запаздывании сотовый коммутатор прерывает "проблемное" соединение, дабы не создавать помехи другим абонентам сети. В реальности зона действия базовой станции может быть еще меньше из-за того, что оператор связи стремится увеличить количество базовых станций, используя как можно меньший частотный ресурс. В результате этого при применении внешней антенны может случиться, что уровень сигнала на дисплее телефона велик, а связи с базовой станцией нет.

Поэтому при использовании внешних антенн абонентам сетей GSM, в отличие от абонентов аналоговых сетей, следует ориентироваться не на максимальный сигнал базовой станции, а на тот, который обеспечивает наилучшую устойчивость связи.

Редактор — В. Поляков



"Центральным событием Отечественной войны 1812 года, ее переломным этапом, стало Бородинское сражение 26 августа 1812 года. 15 часов длилась одна из самых грандиозных битв со времен изобретения огнестрельного оружия. С обеих сторон участвовало более четверти миллиона солдат и офицеров, гремели залпы более 1200 орудий. Русская армия сделала, казалось бы, невозможное, показав всему миру на что способен народ, отстаивающий свою свободу и независимость. "Битва гигантов" — так впоследствии назвал это сражение Наполеон и признал, что "в битве под Москвой выказано наиболее доблести и одержан наименьший успех.... Русские в этот день стяжали свою непобедимость..."

Такие слова написаны на оборотной стороне QSL-карточки прошедшей в сентябре этого года мемориальной радиоэкспедиции на Бородинском поле, посвященной 192-летию Бородинской битвы и 165-летию со дня основания Государственного музея-заповедника "Бородино".

В экспедиции приняли участие Михаил Суханов (R3A-001, RA3ARS), Роман Толмачев (RZ3AIV), Евгений Верховин (RZ3AKS), Илья Зименков (RZ3AMU) и сотрудник журнала "Радио" Алексей Мирющенко (RW3DFQ). За двое суток позывным UE3DBP было проведено более 850 радиосвязей различными видами излучения с радиолюбителями из 31 государства.

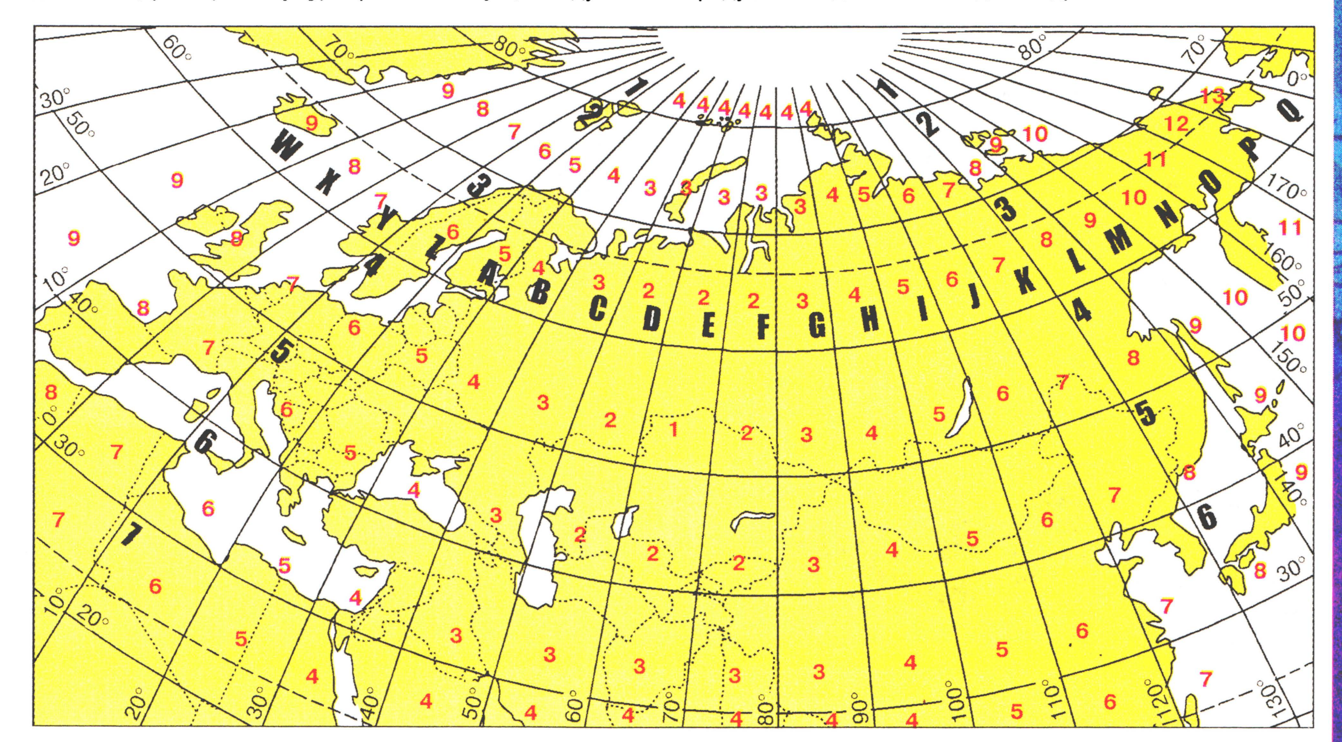
Помимо QSL-карточек, радиостанция, которая была 192-й по аппаратному журналу радиоэкспедиции, и те радиостанции, номер связи с которыми кратен 165, получат памятные сувениры. QSL-менеджер радиоэкспедиции — R3A-001 (RA3ARS).

Участники благодарят за помощь в проведении экспедиции дирекцию музея-заповедника "Бородино" и персонально его директора Качалову А. Д. и зам. директора по науке Горбунова А. В., а также Владимира Молоткова (RZ3FQ) за предоставленный комплект аппаратуры.

Соревнования на диапазоне 160 метров

Положение об этих соревнованиях было опубликовано в предыдущем номере журнала. По просьбам радиолюбителей мы дополнительно приводим карту распределения условных квадратов. Участники соревнований должны через дробь после контрольного номера передавать обозначения условных квадратов, в которых они находятся. Квадраты (см. **карту**) образованы параллелями и меридианами через 10 градусов по широте и долготе. Они обозначаются буквой (по долготе) и цифрой (по широте). Станции, находящиеся между 10 градусами з. д. и нулевым меридианом, имеют в обозначении квадрата букву X, между нулевым меридианом и 10 градусами в. д. — букву Y, между 10 и 20 градусами з. д. — букву Z, между 20 и 30 градусами в. д. — букву А, между 30 и 40 градусами — букву В, между 40 и 50 градусами — букву С, между 50 и 60 градусами — букву D и т. д. до буквы Q (между 180 градусами в. д. и 170 градусами з. д.). Станции, находящиеся севернее 80 градуса с. ш., имеют в обозначении цифру 1, между 70 и 80 градусами с. ш. — цифру 2 и т. д.

За каждую связь внутри условного квадрата начисляется 1 очко, с соседними квадратами — 2 очка, через квадрат — 3 очка и т. д. Для примера на карте показаны зоны начисления равных очков для квадрата E4.



"Охота на лис" в мировом масштабе

В начале сентября этого года в г. Брно (Чехия) состоялся 12-й чемпионат мира IARU по спортивной радиопеленгации. В соревнованиях приняло участие около 500 спортсменов из 29 стран. Команда России приняла участие в соревнованиях во всех девяти категориях соревнующихся и была представлена тридцатью спортсменами.

Чемпионат проходил в сложных условиях гористой местности и на максимально удлиненных дистанциях (7—10 км). Начальник дистанции, бывший чемпион мира прошлых лет, чех Петер Копор признался, что он тщательно готовил обе дистанции (для двух диапазонов — 3,5 и 144 МГц) в течение двух лет. И надо признаться, что трассы действительно были мирового класса.

К всеобщей радости, с погодой повезло, и оба дня не было дождей, иначе на крутых склонах у спортсменов были бы дополнительные трудности. Соревнования показали возрастающее мастерство спортсменов ряда стран, прежде всего, таких, как Чехия и Украина. Некоторые развитые страны, например, США, Япония и др., несмотря на значительное развитие у них радиолюбительства, никак не могут составить конкуренцию европейским странам в СРП, занимая места где-то во втором десятке уже на протяжении многих лет.



Победители 13-го чемпионата мира по СРП в категории М50 на диапазоне 144 МГц: спортсмены из Украины М. Великанов (1-е место), О. Фурса (2-е место) и россиянин Ч. Гулиев (3-е место).

Прошедший чемпионат показал, что к соревнованиям такого ранга надо готовиться серьезно, иметь хорошую тренировочную базу. К сожалению, у России это не всегда получается из-за слабого финансирования. Результаты выступлений команды России давно держатся на энтузиазме отдельных спортсменов и тренеров, ожидающих перемен к лучшему, к реальному изменению отношения к СРП со стороны государства. Ведь российские спортсмены завоевали более 100 кг(!) золотых, серебряных и бронзовых медалей на мировых и европейских соревнованиях.

В неофициальном общекомандном зачете Россия заняла 3-е место, чуть уступив Украине (2-е место) и лидеру — Чехии (1-е место). Полные итоги чемпионата можно посмотреть на сайте СРР **www.srr.ru/LOOKS/12w_results.php**.

Одновременно с чемпионатом состоялось заседание рабочей группы 1-го региона IARU по спортивной радиопеленгации. На ней были приняты важные решения и, в частности, создана комиссия по отработке международных правил соревнований СРП. Принято решение провести 13-й чемпионат мира в 3-м регионе IARU (Австралия, Япония, Китай).

Телеграфные лидеры.

Четвертый чемпионат первого района IARU по скоростной радиотелеграфии, в котором приняли участие сборные команды из 12 государств, прошел в сентябре в городе Нишка-Баня (Сербия и Черногория). В командном зачете победили белорусские спортсмены. Сборная команда Союза радиолюбителей России заняла второе место.



Серебряный призер чемпионата — сборная команда Союза радиолюбителей России — и мэр города Нишка-Баня (справа).

Самый обильный "урожай" медалей в личных зачетах у спортсменов Белоруссии: по 5 золотых и серебряных медалей и 3 бронзовые. Сборная команда СРР привезла домой 2 золотых, 1 серебряную и 4 бронзовые медали.

Российская спортсменка Елена Сибагатулина (RV9CPW) из Екатеринбурга установила мировой рекорд среди женщин в возрасте до 40 лет, приняв смешанный текст со скоростью 220 знаков в минуту. Она же была лучшей среди женщин и в общем зачете. В десятку лидеров у женщин вошли еще две россиянки: Эльвира Арюткина (UA4FJ, 5-е место, женщины до 40 лет) и Анна Ситникова (RV9CSH, 9-е место, девушки до 20 лет).

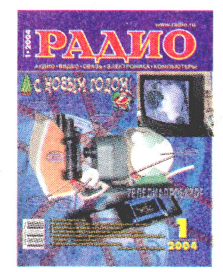
Среди мужчин лучшим в общем зачете стал Олег Островский (EW8NW, мужчины до 45 лет). Россияне Евгений Пашнин (RV9CPV, мужчины до 45 лет), Омари Садуков (UA4FFP, мужчины до 45 лет) и Станислав Зеленов (UA3VBW, мужчины старше 45 лет) заняли соответственно третье, пятое и шестое места.

Обратная связь

В статье В. Хмарцева "Аналогово-цифровой индикатор направления антенны" (Радио, 2004, № 11, с. 63—65) допущены опечатки:

— (с. 63 правая колонка 2-й абзац)" ...DA1 (КР142НЕ8А)..." следует читать "...DA1 (КР142ЕН8А)...";

— (с. 65 правая колонка 1-й абзац)" ...К10-43а с допуском +100 %." следует читать "...К10-43а с допуском ±10 %".













СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2004 г.

Первое число после названия статьи обозначает номер журнала, второе — страницу (начало статьи). Материалы рубрик "Обмен опытом" и "Дополнение к напечатанному" ("Наша консультация", "Обратите внимание") включены в соответствующие тематические разделы содержания.

НАУКА И ТЕХНИКА. ВЫСТАВКИ

РЕТРО (к 80-летию журнала "Радио")

ВИДЕОТЕХНИКА

ЗВУКОТЕХНИКА








Дополнения к статьям

ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЕМ

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Дополнения к статьям

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

Дополнения к статьям

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

* * *

* * *

* * *

* * *

* * *

* * *

Дополнения к статьям

"РАДИО" — О СВЯЗИ (ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ)

* * *

Дополнения к статьям

Дипломы

* * *

* * *

* * *

* * *

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ